

**DEVICE AND METHOD FOR PROCESSING IMAGE AND RECORDING MEDIUM  
WITH IMAGE PROCESSING PROGRAM STORED THEREIN**

Publication number: JP2000341501

Publication date: 2000-12-08

Inventor: HORIE DAISAKU

Applicant: MINOLTA CO LTD

Classification:


- International: G06K9/32; G06T3/00; H04N1/387; H04N5/262;  
G06K9/32; G06T3/00; H04N1/387; H04N5/262; (IPC1-  
7): H04N1/387; G06T3/00; H04N5/262

- European: G06K9/32S1; H04N1/387; H04N5/262T

Application number: JP19990185967 19990630

Priority number(s): JP19990185967 19990630; JP19990078214 19990323

Also published as:

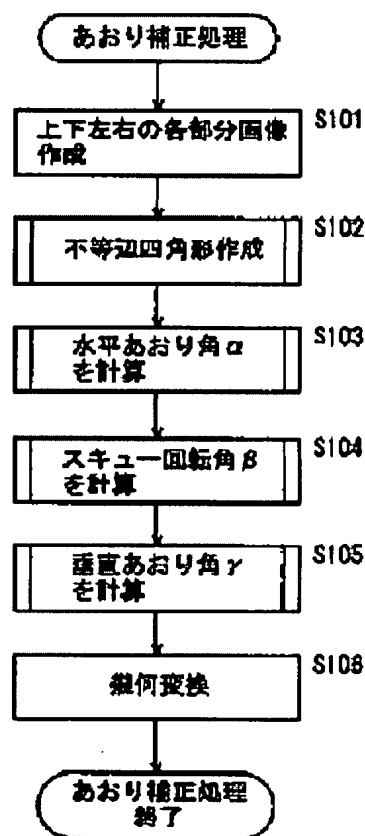
 US7065261 (B1)

Report a data error here

**Abstract of JP2000341501**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To quickly and accurately correct the distortion of an image caused by relative positional deviation between an original and a digital camera at photographing.

**SOLUTION:** Four partial images, namely, the upper right, upper left, lower right, and the lower left partial images of an inputted picture are prepared (S101) and trapeziums are prepared according to the inclinations of the partial images (S102). Then a horizontal tilt and angle  $\alpha$  is found by performing tilting and rotating transformation on the trapeziums so that the two opposite horizontal sides of the trapeziums become parallel to each other (S103) and the angle between a straight line crossing the two parallel sides at right angles and the vertical direction is found as a skew rotational angle  $\beta$  (S104). In addition, a vertical tilt angle  $\gamma$  is found by performing tilting and rotating transformation in the vertical direction, so that the remaining two opposite sides of the trapeziums become parallel to each other (S105), and geometrical transformation is performed on the inputted image by using the horizontal tilt angle  $\alpha$ , the skew rotational angle  $\beta$ , and the vertical tilt angle  $\gamma$  (S106). Thus an image distorted by tilting is corrected.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-341501

(P2000-341501A)

(43) 公開日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 4 N	1/387	H 0 4 N	5 B 0 5 7
G 0 6 T	3/00		5 C 0 2 3
H 0 4 N	5/262	G 0 6 F	5 C 0 7 6
		15/66	3 6 0

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願平11-185967	(71) 出願人	000006079 ミノルタ株式会社 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
(22) 出願日	平成11年6月30日 (1999.6.30)	(72) 発明者	保理江 大作 大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平11-78214	(74) 代理人	100064746 弁理士 深見 久郎 (外2名)
(32) 優先日	平成11年3月23日 (1999.3.23)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

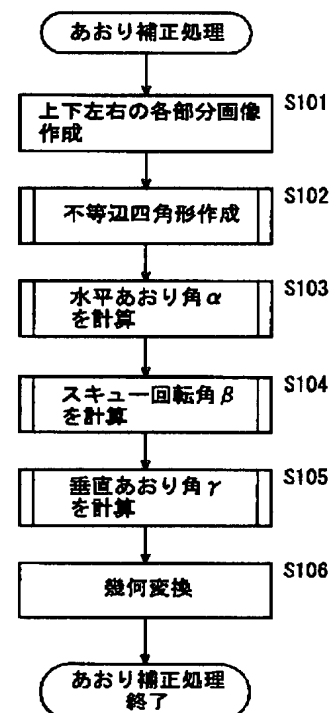
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法、ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体

## (57) 【要約】

【課題】 撮影時の原稿とデジタルカメラの相対的な位置ずれによる画像の歪みを迅速かつ正確に補正すること。

【解決手段】 入力された画像の上下左右の4つの部分画像を作成し (S101)、それぞれの部分画像の傾きを基に不等辺四角形を作成する (S102)。作成された不等辺四角形の互いに対向する水平方向の2辺が平行となるようにあおり回転変換を行なうことにより、水平あおり角 $\alpha$ を求める (S103)。互いに平行な2辺と垂直に交わる直線が垂直方向となす角をスキュー回転角 $\beta$ として求める (S104)。残りの対向する2辺が平行となるように垂直方向にあおり回転変換することにより、垂直あおり角 $\gamma$ を求める (S105)。水平あおり角 $\alpha$ とスキュー回転角 $\beta$ と垂直あおり角 $\gamma$ を用いて、入力された画像に幾何変換を施す (S106)。これにより、あおりにより歪んだ画像を補正する。



(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力された画像に対して、濃度値の低い画素を統合する処理と同一平面内で回転させる処理とを行なうための処理手段と、

前記処理手段によって処理された画像からエッジを検出するためのエッジ検出手段と、

前記エッジ検出手段で検出されたエッジの特徴量を演算するための演算手段と、

前記処理手段で複数の回転角度で画像を回転させて、前記演算手段で演算される複数の前記特徴量に基づいて、前記入力された画像の傾きを検出する傾き検出手段とを備えた、画像処理装置。

【請求項2】 前記エッジ検出手段は、前記処理された画像を微分するための微分手段であることを特徴とする、請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記エッジ検出手段は、水平方向のエッジを求めるときと垂直方向のエッジを求めるときとで用いるフィルタが異なることを特徴とする、請求項1または2に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記演算手段は、前記微分手段により微分された画像から所定方向に微分値を射影した射影ヒストグラムを作成し、前記射影ヒストグラムの分散を前記特徴量とすることを特徴とする、請求項2または3に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記所定方向は、前記微分手段により微分された画像の垂直方向と水平方向とを含むことを特徴とする、請求項4に記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記処理手段で行なう濃度値の低い画素を統合する処理は、画像を縮小するための縮小手段であることを特徴とする、請求項1から4のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項7】 入力された画像に対して、濃度値の低い画素を統合する処理と同一平面内で回転させる処理とを行なうための処理ステップと、

前記処理ステップによって処理された画像からエッジを検出するためのエッジ検出ステップと、

前記エッジ検出ステップで検出されたエッジの特徴量を演算するための演算手段と、

前記処理ステップで複数の回転角度で画像を回転させて、前記演算ステップで演算される前記複数の特徴量に基づいて、前記入力された画像の傾きを検出する傾き検出ステップとを含む、画像処理方法。

【請求項8】 入力された画像に対して、濃度値の低い画素を統合する処理と同一平面内で回転させる処理とを行なうための処理ステップと、

前記処理ステップによって処理された画像からエッジを検出するためのエッジ検出ステップと、

前記エッジ検出ステップで検出されたエッジの特徴量を演算するための演算手段と、

前記処理ステップで複数の回転角度で画像を回転させ

2

て、前記演算ステップで演算される前記複数の特徴量に基づいて、前記入力された画像の傾きを検出する傾き検出ステップとをコンピュータに実行させるための画像処理プログラムを記録した記録媒体。

【請求項9】 入力された画像を処理画像とし、前記処理画像の一部分である部分領域に含まれる被写体像の傾きを求める傾き検出手段と、

前記処理画像は、第1領域と前記第1領域に対向する位置にある第2領域とを含み、

10 前記傾き検出手段により、前記第1領域を前記部分領域として求められた第1の傾きと前記第2領域を前記部分領域として求められた第2の傾きとに基づき、前記処理画像を幾何変換してあおり角を求めるあおり角検出手段とを備えた、画像処理装置。

【請求項10】 入力された画像を処理画像とし、前記処理画像の一部分である部分領域に含まれる被写体像の傾きを求める傾き検出手段と、

前記処理画像は、その周辺にそれぞれ位置する4つの領域を含み、

20 前記4つの領域のそれぞれを前記部分領域として前記傾き検出手段により求められた4つの傾きに基づき、前記処理画像を幾何変換してあおり角を求めるあおり角検出手段とを備えた、画像処理装置。

【請求項11】 前記あおり角検出手段は、前記4つの領域の位置と前記傾き検出手段により求められた前記4つの傾きとから定まる不等辺四角形を求める形状作成手段を含み、

前記形状作成手段で求めた不等辺四角形を幾何変換して矩形となるときのあおり角を検出することを特徴とする、請求項10に記載の画像処理装置。

30 【請求項12】 前記傾き検出手段は、前記部分領域を同一平面内で回転させる処理を行なう処理手段と、

前記処理手段によって処理された前記部分領域からエッジを検出するためのエッジ検出手段と、

前記エッジ検出手段で検出されたエッジの特徴量を算出するための特徴量算出手段とを含み、

前記処理手段で複数の回転角度で前記部分領域を回転させて、前記演算手段で演算される複数の前記特徴量に基づいて、前記入力された画像の傾きを検出することを特徴とする、請求項9～11のいずれかに記載の画像処理装置。

40 【請求項13】 前記処理手段は、前記部分領域を同一平面内で回転させる処理と前記部分領域の濃度値の低い画素を統合する処理とを行なうことを特徴とする、請求項12に記載の画像処理装置。

【請求項14】 前記エッジ検出手段は、水平方向のエッジを求めるときと垂直方向のエッジを求めるときとで用いるフィルタが異なることを特徴とする、請求項12または13に記載の画像処理装置。

50 【請求項15】 前記入力された画像を縮小した画像を

(3)

3

前記処理画像として前記傾き検出手段に出力する縮小手段をさらに備えた、請求項9～14のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項16】 前記あおり角検出手段により求められたあおり角に基づき、前記入力された画像を幾何変換するための補正手段をさらに備えた、請求項9～15のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項17】 入力された画像を処理画像とし、前記処理画像の一部分である部分領域に含まれる被写体像の傾きを求める傾き検出ステップと、  
前記処理画像は、第1領域と前記第1領域に対向する位置にある第2領域とを含み、  
前記傾き検出ステップにより、前記第1領域を前記部分領域として求められた第1の傾きと前記第2領域を前記部分領域として求められた第2の傾きとに基づき、前記処理画像を幾何変換してあおり角を求めるあおり角検出ステップとを含む、画像処理方法。

【請求項18】 入力された画像を処理画像とし、前記処理画像の一部分である部分領域に含まれる被写体像の傾きを求める傾き検出ステップと、  
前記処理画像は、第1領域と前記第1領域に対向する位置にある第2領域とを含み、  
前記傾き検出ステップにより、前記第1領域を前記部分領域として求められた第1の傾きと前記第2領域を前記部分領域として求められた第2の傾きとに基づき、前記処理画像を幾何変換してあおり角を求めるあおり角検出ステップとをコンピュータに実行させるための画像処理プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は画像処理装置および画像処理方法、ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体に関し、特に、撮影時の原稿とカメラの相対的な位置ずれにより生じる画像の歪みを補正することが可能な画像処理装置および画像処理方法、ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、デジタルカメラが普及している。このデジタルカメラは、写真や文字などが印刷された原稿を撮影してデジタルデータとして記憶することができる。デジタルカメラでは、撮影した画像からノイズを除去するための画像処理を施した上で、データ量を削減するための圧縮処理を施すのが通常である。この画像処理や圧縮処理は撮影した画像により異なってくる。

【0003】一般に、紙原稿には、文字領域、線画領域、写真領域などが含まれる。ここに文字領域とは、黒字の文字のみで構成される矩形領域を示す。線画領域とは棒グラフやべた塗り画像など、単色領域とエッジ領域とで主に構成される矩形領域を示す。また、写真領域とは階調の変化する部分を多く含む矩形領域を示し、絵

4

画、イラスト、テクスチャなども写真領域に含まれる。

【0004】たとえば、画像処理においては、写真領域は解像度よりも階調を重視して補正処理あるいは加工処理が行なわれることが多く、文字領域は階調よりも解像度を重視して補正処理あるいは加工処理が行なわれることが多い。また、圧縮処理においては、写真領域は高周波成分が重要でないの、周波数の偏りを利用したJPEGやPNG等の圧縮処理を用いるのが画質や圧縮率の面で有効である。これに対して、文字領域は画素値が白または黒に偏るので、階調の偏りを利用した予測符号化や辞書型の符号化等の方法を用いるのが有効である。したがって、画像中に異なる種類の領域が含まれる場合には、領域ごとに最適な画像処理方法や圧縮処理方法を選択して適用することが画質や圧縮率の面で好ましい。

【0005】このため、従来は、撮影した画像を複数のブロックに分割して、分割したブロックごとに、どの種類の領域に含まれるかを示す属性を求め、同じ属性のブロックを垂直線と水平線で囲むことにより、矩形の領域を抽出する領域判別処理が行なわれている。ここで領域判別処理について説明する。図37は、原稿をデジタルカメラで撮影して得られる画像を示す図である。画像240には、写真が表わされた写真領域242、246と、グラフが表わされた線画領域244と、文字が表わされた文字領域248とを含む。図38は、図37の画像に領域判別処理を施した画像を示す図である。図37と図38とを参照して、画像240中の写真領域242、246は、領域判別処理により、それぞれ画像250中で写真領域252、256として抽出される。また、画像240中の線画領域244は、画像250中で線画領域254として抽出される。同様に画像240中の文字領域248は、画像250中で文字領域258として抽出される。

【0006】このように、領域判別処理で属性領域を抽出する場合に、それぞれ2つの垂直線と水平線とで囲まれた矩形単位で抽出するのは、JPEGやPNG等の既存の圧縮方法が矩形単位で行なわれることが多いこと、および原稿中に含まれる写真や文字等が表わされた領域が矩形であることが多いからである。

【0007】一方、文字や写真等の情報が表わされた原稿をデジタルカメラ等で撮影する場合、デジタルカメラのレンズのあおりが原因で撮影された画像が歪んでしまう。実際、原稿の形状は矩形であるのに対して、デジタルカメラで撮影される画像は不等辺四角形となってしまう。

【0008】デジタルカメラ等で撮影して得られる画像から撮影時のあおりに起因する画像の歪みを補正する技術として、USP5528194がある。USP5528194には、画像内に存在する、本来矩形である不等辺四角形のオブジェクトを矩形になるように変形することであおりを補正する技術が記載されている。

50

(4)

5

【0009】また、スクリーンに画像を投影する画像投影装置であるが、スクリーンに投影した画像の歪みを補正する技術が特開平10-200836に記載されている。特開平10-200836号公報に記載の画像投影装置は、基本パターンをスクリーンに投影し、映し出された基本パターンの歪みを測定することで、スクリーンと投影装置との位置関係を求め、この位置関係に基づきあおりによる画像の歪みを補正する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】(1)第1の課題  
しかしながら、デジタルカメラで原稿を撮影する場合、原稿に対してカメラを傾けて撮影してしまうことがある。このため、撮影して得られる画像中の原稿が回転ずれを含むことになる。このように撮影して得られた画像に対して、上述の領域判別処理を施した場合、適切な属性領域が抽出されない。これについて詳しく説明する。

【0011】図39は、原稿をデジタルカメラで撮影して得られる画像であって、画像中の原稿が回転ずれを有する画像を示す図である。画像260は、図37に示した画像240を所定の角度回転した画像として表わされる。画像260には、写真が表わされた写真領域262、266と、グラフが表わされた線画領域264と、文字が表わされた文字領域268とを含む。それぞれの領域262、264、266、268は、画像260の傾きと同じ量だけ傾いている。図40は、図39の画像に領域判別処理を施した画像を示す図である。図39と図40とを参照して、画像260中の写真領域262、266は、それぞれ画像270中で写真領域272、276として抽出される。画像260中の線画領域264は、画像270中で線画領域274として抽出される。同様に、画像260中の文字領域268は、画像270中で文字領域278として抽出される。ここで画像270中の文字領域278と画像260中の文字領域268とを比較すると、文字領域278は、文字領域268以外に写真領域262、266の一部を含んでしまっている。同様に、画像270中の領域272、274、276においても、他の領域に含まれるべき部分を含んでしまっている。

【0012】このように、領域判別処理により抽出される領域が、本来ならば異なる領域に分割される部分が混在する領域とされると、最適な画像処理または圧縮処理を施すことができず、画質や圧縮率が低下するといった問題があった。

【0013】この問題に対して、原稿を撮影して得られる画像から、原稿の端を検出して、検出した原稿の端の傾きから原稿の傾きを判別する方法が考えられる。しかしながら、原稿をデジタルカメラで撮影して得られる画像に、原稿の端が含まれるとは限らない。また、得られる画像に原稿の端が含まれるとしても、原稿が置かれた机と一緒に撮影されて、背景に机等が含まれる場合に

6

は、机上の模様などと原稿の端とを区別することが困難である。

【0014】図41は、原稿をデジタルカメラで撮影して得られる画像であって、得られた画像に原稿の端が含まれない画像を示す。画像280には、原稿の端が含まれないので、原稿の端の傾きを検出して原稿の回転ずれを求めることはできない。図42は、原稿をデジタルカメラで撮影して得られる画像であって、原稿の背景に机が含まれる画像を示す。画像285は、原稿290と、原稿が置かれた机292とを撮影した画像として表わされている。机292は、机上に模様296を有している。この画像285からエッジを検出することにより、机292の端294と、机292の机上の模様296と、原稿290の端298とをエッジとして判別することはできるけれども、いずれが原稿290の端に該当するのかを検出するのが困難である。

(2)第2の課題

上述のUSP5528194に記載の技術は、入力される画像中にオブジェクト(原稿)のすべてが存在することが条件となるが、デジタルカメラのズーム倍率や撮影位置によっては、撮影された画像内にオブジェクトのすべてが含まれるとは限らない。具体的には、デジタルカメラで原稿を撮影する際に、ズーム倍率が大きい場合やデジタルカメラと原稿との距離が近い場合などには、カメラの撮影範囲に原稿のすべてを含めることができなくなる。

【0015】図43は、デジタルカメラで撮影の対象となる原稿の一例を示す図である。図44は、図43に示す原稿をデジタルカメラで撮像して得られる画像の一例を示す図であり、原稿の端を含まない画像を示す図である。図45は、図43に示す原稿をデジタルカメラで撮像して得られる画像の一例を示す図であり、原稿の端の一部を含む画像を示す図である。図44と図45とを参照して、原稿の輪郭が画像内に存在しないため、原稿の形状を特定することができない。

【0016】また、オブジェクトを原稿に含まれる矩形の領域として処理することも考えられるが、矩形の領域が必ず原稿に含まれるとは限らず、たとえ原稿に矩形の領域が含まれていたとしても上述のように画像中に含まれるとは限らない。したがって、USP5528194では、画像中にオブジェクトのすべてが含まれない場合には、適切な補正をすることができないといった問題があった。

【0017】また、特開平10-200836号公報に記載の技術は、スクリーンに基本パターンを投影するようにしているが、原稿に投影した基本パターンの歪みを測定するのが困難である。これは、撮影条件が撮影のたびに異なるため、十分な光量で撮影できるとは限らないこと、また、原稿には文字や写真等で模様が表わされているため、原稿上の模様と基本パターンの模様とを区別

(5)

7

するのが困難となることなどによるものである。

【0018】この発明は、上述の問題点を解決するためになされたもので、デジタルカメラ等で原稿を撮影して得られる画像の傾きを、迅速かつ正確に求めることができる画像処理装置および画像処理方法ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0019】この発明の他の目的は、画像中に被写体がすべて含まれない場合や、被写体が矩形の領域を含んでいない場合であっても、あおりの影響で歪んだ画像を補正することが可能な画像処理装置および画像処理方法、ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体を提供することである。

【0020】この発明のさらに他の目的は、あおりの影響で歪んだ画像を迅速かつ正確に補正することが可能な画像処理装置および画像処理方法、ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体を提供することである。

【0021】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するためにこの発明のある局面に従うと画像処理装置は、入力された画像に対して、濃度値の低い画素を統合する処理と同一平面内で回転させる処理とを行なうための処理手段と、処理手段によって処理された画像からエッジを検出するためのエッジ検出手段と、エッジ検出手段で検出されたエッジの特徴量を演算するための演算手段と、処理手段で複数の回転角度で画像を回転させて、演算手段で演算される複数の特徴量に基づいて、入力された画像の傾きを検出する傾き検出手段とを備える。

【0022】好ましくは画像処理装置のエッジ検出手段は、処理された画像を微分するための微分手段であることを特徴とする。好ましくは画像処理装置のエッジ検出手段は、水平方向のエッジを求めるときと垂直方向のエッジを求めるときとで用いるフィルターが異なることを特徴とする。

【0023】好ましくは画像処理装置の演算手段は、微分手段により微分された画像から所定方向に微分値を射影した射影ヒストグラムを作成し、射影ヒストグラムの分散を特徴量とすることを特徴とする。

【0024】さらに好ましくは画像処理装置において、所定方向は、微分手段により微分された画像の垂直方向と水平方向とを含むことを特徴とする。

【0025】好ましくは画像処理装置の処理手段で行なう濃度値の低い画素を統合する処理は、画像を縮小するための縮小手段であることを特徴とする。

【0026】この発明の他の局面に従うと画像処理方法は、入力された画像に対して、濃度値の低い画素を統合する処理と同一平面内で回転させる処理とを行なうための処理ステップと、処理ステップによって処理された画像からエッジを検出するためのエッジ検出ステップと、エッジ検出ステップで検出されたエッジの特徴量を演算

8

するための演算手段と、処理ステップで複数の回転角度で画像を回転させて、演算ステップで演算される複数の特徴量に基づいて、入力された画像の傾きを検出する傾き検出ステップとを含む。

【0027】この発明のさらに他の局面に従うと画像処理プログラムを記録した記録媒体は、入力された画像に対して、濃度値の低い画素を統合する処理と同一平面内で回転させる処理とを行なうための処理ステップと、処理ステップによって処理された画像からエッジを検出するためのエッジ検出ステップと、エッジ検出ステップで検出されたエッジの特徴量を演算するための演算手段と、処理ステップで複数の回転角度で画像を回転させて、演算ステップで演算される複数の特徴量に基づいて、入力された画像の傾きを検出する傾き検出ステップとをコンピュータに実行させるための画像処理プログラムを記録する。

【0028】これらの発明に従うと、入力された画像の傾きを迅速かつ正確に求めることができる画像処理装置または画像処理方法ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体を提供することができる。

【0029】この発明のさらに他の局面に従うと、画像処理装置は、入力された画像を処理画像とし、処理画像の一部分である部分領域に含まれる被写体像の傾きを求める傾き検出手段と、処理画像は、第1領域と第1領域に対向する位置にある第2領域とを含み、傾き検出手段により、第1領域を部分領域として求められた第1の傾きと第2領域を部分領域として求められた第2の傾きとに基づき、処理画像を幾何変換してあおり角を求めるあおり角検出手段とを備える。

【0030】この発明のさらに他の局面に従うと、画像処理装置は、入力された画像を処理画像とし、処理画像の一部分である部分領域に含まれる被写体像の傾きを求める傾き検出手段と、処理画像は、その周辺にそれぞれ位置する4つの領域を含み、4つの領域のそれぞれを部分領域として傾き検出手段により求められた4つの傾きに基づき、処理画像を幾何変換してあおり角を求めるあおり角検出手段とを備える。

【0031】好ましくは、画像処理装置のあおり角検出手段は、4つの領域の位置と傾き検出手段により求められた4つの傾きとから定まる不等辺四角形を求める形状作成手段を含み、形状作成手段で求めた不等辺四角形を幾何変換して矩形となるときのあおり角を検出することを特徴とする。

【0032】さらに好ましくは、画像処理装置の傾き検出手段は、部分領域を同一平面内で回転させる処理を行なう処理手段と、処理手段によって処理された部分領域からエッジを検出するためのエッジ検出手段と、エッジ検出手段で検出されたエッジの特徴量を算出するための特徴量算出手段とを含み、処理手段で複数の回転角度で部分領域を回転させて、演算手段で演算される複数の特

(6)

9

微量に基づいて、入力された画像の傾きを検出することを特徴とする。

【0033】さらに好ましくは、画像処理装置の処理手段は、部分領域を同一平面内で回転させる処理と部分領域の濃度値の低い画素を統合する処理とを行なうことを特徴とする。

【0034】さらに好ましくは、画像処理装置のエッジ検出手段は、水平方向のエッジを求めるときと垂直方向のエッジを求めるときとで用いるフィルタが異なることを特徴とする。

【0035】さらに好ましくは、画像処理装置は、入力された画像を縮小した画像を処理画像として傾き検出手段に出力する縮小手段をさらに備える。

【0036】さらに好ましくは、画像処理装置は、あおり角検出手段により求められたあおり角に基づき、入力された画像を幾何変換するための補正手段をさらに備える。

【0037】この発明のさらに他の局面に従うと、画像処理方法は、入力された画像を処理画像とし、処理画像の一部分である部分領域に含まれる被写体像の傾きを求める傾き検出ステップと、処理画像は、第1領域と第1領域に対向する位置にある第2領域とを含み、傾き検出ステップにより、第1領域を部分領域として求められた第1の傾きと第2領域を部分領域として求められた第2の傾きとに基づき、処理画像を幾何変換してあおり角を求めるあおり角検出ステップとを含む。

【0038】この発明のさらに他の局面に従うと、画像処理プログラムを記録した記録媒体は、入力された画像を処理画像とし、処理画像の一部分である部分領域に含まれる被写体像の傾きを求める傾き検出ステップと、処理画像は、第1領域と第1領域に対向する位置にある第2領域とを含み、傾き検出ステップにより、第1領域を部分領域として求められた第1の傾きと第2領域を部分領域として求められた第2の傾きとに基づき、処理画像を幾何変換してあおり角を求めるあおり角検出ステップとをコンピュータに実行させるための画像処理プログラムを記録する。

【0039】これらの発明に従うと、画像中に被写体がすべて含まれない場合や、画像中の被写体が矩形の領域を含んでいない場合であっても、あおりの影響で歪んだ画像を補正することが可能な画像処理装置および画像処理方法、ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体を提供することができる。

【0040】また、あおりの影響で歪んだ画像を迅速かつ正確に補正することが可能な画像処理装置および画像処理方法、ならびに画像処理プログラムを記録した記録媒体を提供することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。なお、図中同一符号は同一ま

10

たは相当する部材を示す。

【第1の実施の形態】図1は、第1の実施の形態におけるデジタルカメラ1が雑誌などの原稿2を撮影している状況を示す図である。本実施の形態では、デジタルカメラ1で原稿2を撮影して得られる画像から、デジタルカメラ1と原稿2との相対的な位置のずれを検出する。

【0042】図2は、デジタルカメラ1をレンズ側から見た斜視図である。図を参照して、デジタルカメラ1は、撮影ボタン3と、撮影レンズ部4と、カード挿入口5とを備える。

【0043】デジタルカメラ1による撮影結果は、デジタルカメラ1の内部に存在する図示しないハードディスクカードに電子データとして記憶される。ここでハードディスクカードは画像データの記録媒体であり、たとえばPCMCIAに準拠したハードディスクカードのようなものを用いてもよいし、これに代えてメモ리카ードなどを用いてもよい。また、ミニディスク(MD)を記録媒体に用いてもよい。さらに、カードを記録媒体としなくても、たとえばSCSIケーブルなどでデジタルカメラ1をプリンタなどに直接接続するようにしてもよい。

【0044】本実施の形態におけるデジタルカメラ1では、会議などで配布された資料、カタログ、雑誌、研究記録などの紙原稿を電子データとして保存する場合の画質と圧縮率とを向上させることができる。

【0045】図3は、デジタルカメラ1の回路構成を示すブロック図である。図を参照して、デジタルカメラ1はデジタルカメラ1の全体の制御を行なうCPU100と、撮像を行なうCCD104と、撮像された内容を表示する表示部106と、CCD104からの画像を一時記憶するためのRAM108と、撮像された画像の傾きを補正するための傾き補正部110と、補正された画像から属性領域を抽出するための領域判別部112と、抽出された属性領域ごとに適切な補正を行なうための適応補正部114と、補正された属性領域ごとに圧縮を行なうための圧縮部116と、圧縮が行なわれた画像を統合し出力するための画像合成部118と、画像を記録するカードメモリ部120と、CPU100で実行するためのプログラムを記憶するためのROM102とを備える。

【0046】なお、デジタルカメラ1のCPU100に外部記憶装置122を設け、CD-ROM124やフロッピーディスク等からデジタルカメラ1の制御のためのプログラムを読取るようにしてもよい。

【0047】次に、図3に示されるブロック図を用いて実際の撮影の様子を説明する。図3において太い矢印は画像データの流れを示し、細い矢印は制御データの流れを示している。ユーザがカメラの電源をONにすると、撮影レンズ部4が捉えているシーンが、CCD104を介して表示部106に映し出される。

【0048】CPU100は、撮影ボタン3がONにな

(7)

11

ったことを検出すると、CCD104に対してCCDの積分を指示し、積分が終了すればCCDデータのRAM108へのダンプを行なう。そして、表示部106にこの画像を表示（フリーズ表示）させる。CCD104からの画像は、RAM108に記憶される。

【0049】画像がCCD104からRAM108に記憶されると、傾き補正部110、領域判別部112、適応補正部114、圧縮部116、画像合成部118のそれぞれで順に処理が行なわれ、カードメモリ部125にJPEG、PNGなどの画像圧縮データを記憶する。カードメモリ部120は、ハードディスクなどであっても外部の記憶装置や端末などであってもよい。また、圧縮を行なわずに画像データをプリンタやモニタに出力することもできる。さらに以下に述べる傾き補正処理、領域判別処理、適応補正処理はデジタルカメラ1の内部で行なってもよいし、デジタルカメラ1に接続された別のカメラやパーソナルコンピュータの端末などにデータを転送してそこで行なってもよい。

【0050】次に画像がRAM108に記憶されたときに、デジタルカメラ1で行なう処理の流れについて説明する。図4は、デジタルカメラ1で行なわれる画像処理の流れを示すフローチャートである。図を参照して、CCD104で撮像された画像がRAM108に記憶されると、傾き補正処理が施される（S01）。傾き補正処理については後で詳しく説明する。次に、傾き補正処理が施された画像に対して領域判別処理が施される（S02）。これにより、画像は文字属性の文字領域、線画属性の線画領域、または写真属性の写真領域に分割される。そして、分割された領域別に画像補正処理が施される（S03）。文字領域に対しては、解像度変換、文字補正、2値化などの処理が行なわれる。線画領域と写真領域に対しては、ノイズによる画質劣化と圧縮率の低下とを防ぐために平滑化が行なわれる。

【0051】そして、画像補正処理が施された領域に対して領域別の圧縮処理が施される（S04）。文字領域に対しては2値圧縮が施され、写真領域に対してはLossless圧縮、写真領域に対してはLossy圧縮が施される。なお、文字領域に対しては、ステップS03の領域別画像補正処理において、OCRを行なった場合には、ステップS04の領域別圧縮処理でキャラクタコードに変換する処理を行なってもよい。

【0052】領域別に圧縮されたデータは統合化される（S05）、カードメモリ部120へ出力される（S23）。

【0053】なお、ステップS03の領域別画像処理とステップS04の領域別圧縮処理は、いずれか1つの処理のみを実行するようにしてもよい。

【0054】次に傾き補正処理について説明する。図5は、図4のステップS01で行なわれる傾き補正処理の流れを示すフローチャートである。傾き補正処理は傾き

12

補正部110で行なわれる。RAM108から画像が入力されると（S21）、縮小画像を作成する（S22）。縮小画像は、たとえば8×8画素の画素値を単純平均した値を縮小後の画素値とすることにより得ることができる。また、単純平均の代わりに周辺の画素の中央値を採用することによっても得ることができる。

【0055】このように画像を縮小することによって、文字領域中の文字間の隙間を埋めて文字領域を統合化し、矩形化することができる。また行間隔の広い文字領域では、各行がつぶれてライン状の画像が得られる。写真領域中の建物の輪郭や線画領域中の表の輪郭などは、画像中で垂直方向または水平方向のエッジとして重要な意味を持つが、画像を縮小しても、これらのエッジは保持される。

【0056】また、画像を縮小することによって、処理する画素数が減るので、後で行なう処理の高速化を図ることができる。

【0057】図6は、RAM108に記憶された画像とその縮小画像とを示す図である。図6（A）は、RAM108に記憶されている画像を示し、図6（B）は、

（A）の画像を縮小した縮小画像を示す。図6（A）に示す画像200は、写真領域202、206と、線画領域204と、文字領域208とが含まれる。画像200を縮小した縮小画像210は、画像200中の写真領域202、206を縮小した領域212、216と、画像200中の線画領域204を縮小した領域214と、画像200中の文字領域208を縮小した領域218を含む。画像200中の写真領域202、206に対応する縮小画像210中の領域212、216は、写真に含まれる垂直方向または水平方向のエッジを保持したまま縮小されている。同様に、画像200中の線画領域に対応する縮小画像210中の領域214は、領域204のグラフに含まれる垂直方向または水平方向のエッジを保持したまま縮小されている。

【0058】一方、画像200中の文字が表わされた領域208に対応する縮小画像210中の領域218は、文字の間隔が埋められて統合された領域となっている。また行間隔の広い文字領域では、各行がつぶれてライン状の画像が得られる。

【0059】図5に戻って、ステップS23では、縮小画像を初期値 $\theta_0$ だけ回転させるために、回転角度 $\theta$ に初期値 $\theta_0$ を設定する。そして、回転角度 $\theta$ だけ縮小画像を回転する（S24）。縮小画像を回転させるには、座標変換を行なうことにより回転後の画像を得ることができる。また、回転後の画像の画素に対応する画素値がない場合には、キュービックコンポリューション法を用いて周辺の画素値から補間することによって得ることができる。ステップS24からステップS28までの処理を、ステップS24で縮小画像を複数の回転角度で回転して得られた画像に対して行なう。この時、ステップS

(8)

13

24で縮小画像を回転させる角度は、傾き補正部110における処理速度やメモリに応じて、回転させる角度の最大値、最小値、角度刻み幅などを変えることができる。

【0060】図7は、縮小画像を回転角度 $\theta$ だけ回転させる状態を示す図である。縮小画像を縮小画像の重心を中心に回転角度 $\theta$ だけ回転した後の縮小画像は、回転する前の縮小画像と内容に変わりはない。

【0061】図5に戻って、ステップS25では、回転された縮小画像に対して二次微分を施し、二次微分画像を作成する(S25)。二次微分は、回転された縮小画像に対して、フィルタを用いた畳み込み演算により求められる。図8は、二次微分に用いられるフィルタの一例を示す図である。注目画素の画素値を4倍した値から、注目画素の上下左右に隣接する画素の画素値をそれぞれ減算して求めた値の絶対値が、注目画素における二次微分値とされる。二次微分値は、マイナスの値もとれるが、ここでは、二次微分値を絶対値として、取り扱う。以下単に二次微分値というときは、二次微分値の絶対値をいう。

【0062】縮小画像に二次微分を施すことによって得られる二次微分画像は、縮小画像のエッジを抽出した画像となる。図9は、二次微分画像と二次微分の水平射影ヒストグラムおよび垂直射影ヒストグラムを示す図である。図7と図9とを参照して、縮小画像210の写真領域212、216と線画領域214における輪郭が二次微分画像220中でそれぞれ写真領域222、226、線画領域228に表わされている。また、縮小画像210中の文字領域218は、ステップS24により文字の間隔を埋めて統合したので、文字領域218は濃度変化の少ないベタ画像となった。そのため、文字領域218に対応する二次微分画像220中の領域228では、領域228の輪郭部分のみとなる。また行間隔の広い文字領域では、各行がつぶれてライン状の画像となっているので、二次微分画像も行ごとにライン画像が得られる。このラインの傾きは、行の傾き方向と同じである。このように縮小画像を用いることにより、文字領域をマクロ的に分析することができる。

【0063】図5に戻って、次のステップS26では、得られた二次微分画像に対して水平方向に二次微分値を加算した射影ヒストグラムを作成する(S26)。同様に、垂直方向に対しても二次微分値を加算して射影ヒストグラムを作成する(S27)。

【0064】一般に、傾きのない原稿中の文字領域や写真領域などの領域の境界は、垂直方向や水平方向を向いていることが多い。また、写真やグラフ等も垂直線や水平線を多く含むことが多いため、原稿に傾きがない場合には二次微分値の絶対値の大きな画素は同じ行や列にかたまりやすい。図9を参照して、二次微分画像220の水平方向に配列する画素の二次微分値を加算して求めた

14

二次微分の水平射影ヒストグラム227と、垂直方向に配列する画素の二次微分値を加算して求めた二次微分の垂直射影ヒストグラム229が表わされている。原稿に傾きがある場合には、二次微分値の絶対値の大きな画素は、同じ行や列にかたまりにくくなるので、水平射影ヒストグラムおよび垂直射影ヒストグラムのいずれも、全体にわたって平均してなだらかなヒストグラムとなっている。

【0065】図5に戻って、次のステップS28では、求めた水平方向および垂直方向の射影ヒストグラムのそれぞれについて、射影ヒストグラムの分散を計算する(S28)。射影ヒストグラムの分散とは、加算した二次微分値の分散をいう。これにより、分散が大きいほど、加算した二次微分値のバラツキが大きくなる。

【0066】そして、回転角度 $\theta$ が最後の角度か否かを判断する(S29)。この処理は、予め、回転角度 $\theta$ に設定する回転角度をいくつか決めておき、それらすべての角度についてステップS24からステップS28までの処理が施されたか否かを判断するために行なう。ステップS29で最後の角度でないと判断された場合、回転角度 $\theta$ に角度の刻み幅 $\alpha$ を加算し(S30)、ステップS24に戻り、ステップS24からステップS28までの処理を繰返し行なう。

【0067】回転角度 $\theta$ が最後の角度である場合、すなわちステップS24からステップS28の処理をすべての回転角度に対して行なった場合には、ステップS31に進む。

【0068】ステップS31では、ステップS28で求めた射影ヒストグラムの分散が最も大きいときの回転角度 $\theta$ を求める。ステップS28では、水平方向および垂直方向のそれぞれの射影ヒストグラムにおける分散を計算した。ステップS31では、垂直方向および水平方向それぞれの射影ヒストグラムの分散の和が最大となるときの回転角度 $\theta$ が求められる。なお、原稿や処理方向に制限がある場合などは、水平方向の射影ヒストグラムまたは垂直方向の射影ヒストグラムのいずれかを考慮するようにしてもよい。

【0069】そして、分散が最も大きいときの回転角度 $\theta$ を用いて、入力された画像の回転補正を行なう(S32)。

【0070】なお、入力される画像がカラーの場合には、上述の処理をRGBそれぞれの画像に対して施し、RGBそれぞれの画像に対して求まる最も分散が大きいときの回転角度の平均値を、入力画像を回転補正するために用いる回転角度としてもよい。また、画素値をRGBの平均値またはRGBの画素値の和として、上述の処理を施すことにより、入力画像を回転補正するための回転角度を求めてもよい。さらに、RGBのいずれかの画像のみを利用するようにしてもよい。

【0071】図10は、最も分散が大きいときの回転角

(9)

15

度で縮小画像を回転させたときの水平方向および垂直方向の縮小画像と射影ヒストグラムを表わす図である。図10から明らかなように、縮小画像230に表わされるエッジ部分が、水平方向に並んだときの二次微分の水平射影ヒストグラムの値が大きくなり、エッジが水平方向に並んでいない部分の二次微分の水平射影ヒストグラムの値は小さくなる。同様に、エッジが垂直方向を向いている部分の二次微分の垂直射影ヒストグラムの値が大きくなり、エッジが垂直方向を向いていない部分の二次微分の垂直射影ヒストグラムの値は小さくなる。二次微分の水平射影ヒストグラムおよび二次微分の垂直射影ヒストグラムの双方とも、複数の部分で大きな値となっている。逆に、その他の部分では、値が小さくなっている。水平方向または垂直方向の二次微分の射影ヒストグラムの形状が図10に示すようになるときに、ヒストグラムの分散が大きくなる。

【0072】したがって、分散が大きくなときに二次微分値の絶対値の大きな画素が同じ行や列にかたまっていると判断できるので、そのときの角度を原稿の傾き角として検出することができる。

【0073】また、入力画像を縮小することなくそのまま複数の回転角度で回転させるのは、傾き補正部110の処理速度やメモリ容量の問題から現実的ではない。本実施の形態においては、入力画像を縮小した縮小画像を用いて傾き補正処理を行なうので、処理すべきデータ量が減少する。その結果、処理速度やメモリ容量の問題を解決することができる。さらに、入力された画像を縮小することなく傾き補正処理をする場合には、文字が表わされた領域において文字自体のエッジが二次微分値の絶対値の大きな画素として選ばれるため、文字のフォントや言語に左右されることになる。傾き補正処理に原画像を縮小した縮小画像を用いることにより、文字間の隙間が詰まり文字領域が高濃度の画素の塊となるか、行ごとのライン状になるため、二次微分値の絶対値の大きな画素は文字領域の境界となる。このため、傾き補正が文字のフォントや言語に左右されにくくなる。

【0074】なお、入力画像を縮小した縮小処理を用いる場合と同様の効果を得るものとして、輝度MINフィルタ処理、平滑化処理またはモルフォロジー演算等が挙げられる。これらの処理を単独で用いるようにしてもよいし、また、これらの処理と縮小処理とを併用するようにしてもよい。さらに、平滑化処理、輝度MINフィルタ処理、モルフォロジー演算を用いる場合には、水平方向と垂直方向とで用いるフィルタを異なせると効果的である。たとえば、水平方向に平滑化処理を施した場合には、垂直方向に平滑化はなされず、水平方向に領域の統合が行なわれるようにする。このため、垂直方向のエッジが検出されやすくなる。

【0075】さらに、縮小処理においては、水平射影ヒストグラムを作成する場合に、水平方向にのみ縮小し、

16

垂直方向には縮小しないようにしてもよい。逆に、垂直射影ヒストグラムを作成する場合に、垂直方向にのみ縮小し、水平方向には縮小しないようにしてもよい。このようにすることで、水平方向または垂直方向のエッジがさらに検出しやすくなる。

【傾き補正処理の変形例】次に、図5を用いて説明した傾き補正処理の変形例を説明する。先に説明した傾き補正処理においては、二次微分画像から水平方向および垂直方向の射影ヒストグラムを作成して、それぞれの射影ヒストグラムの分散を求め、分散値の和が最大のときの回転角度を求めるものであった。変形された傾き補正処理においては、二次微分画像を作成するまでは先の傾き補正処理と同じであるが、二次微分画像を2値化して二次微分画像中のエッジを求める。そして、求めたエッジに含まれる画素の垂直方向または水平方向のランレングスの分散の和が最大となるときの回転角度を、入力画像を回転補正するための回転角度とするものである。

【0076】ここで、垂直方向のランレングスとは、エッジを構成する画素が垂直方向に連続している個数をいい、水平方向のランレングスとは、エッジを構成する画素が水平方向に連続している個数をいう。

【0077】図11は、図4のステップS01で行なう傾き補正処理の変形例を示すフローチャートである。図を参照して、ステップS41からステップS45までの処理は、それぞれ図5に示すステップS21からステップS25までの処理に対応する。ここでの説明は繰返さない。ステップS45で作成された二次微分画像に対して、2値化処理を施す(S46)。このとき、2値化処理は、所定のしきい値を用いて、二次微分画像の二次微分値の絶対値に対して行なわれる。すなわち、二次微分画像のそれぞれの二次微分値の絶対値が所定のしきい値よりも大きい場合には、「1」とされ、小さい場合には「0」とされる。

【0078】そして、垂直方向のランレングスの分散の計算(S47)と、水平方向のランレングスの分散の計算(S48)とが行なわれる。

【0079】垂直方向のランレングスの分散は、エッジを構成する画素が垂直方向に連続して並んだ場合に大きな値となり、水平方向のランレングスの分散は、エッジを構成する画素が水平方向に連続して並んだときに大きな値となる。これは、垂直方向または水平方向のランレングスの分散が大きくなるときに、画像中の原稿の傾きが小さくなることを意味する。

【0080】ステップS44からステップS48までの処理が、すべての回転角度について行なわれた後、ステップS51において、ランレングスの分散が最大の回転角度が求められる。すなわち、垂直方向のランレングスの分散と水平方向のランレングスの分散との和が最大のときの回転角度 $\theta$ が求められる。なお、原稿や処理方向に制限がある場合などは、水平方向のランレングスの分

(10)

17

散または垂直方向のランレングスの分散のいずれかを用いるようにしてもよい。

【0081】そして、求めた回転角度 $\theta$ をもとに入力画像を回転補正する(S52)。これにより、水平方向の射影ヒストグラムおよび垂直方向の射影ヒストグラムから求めたヒストグラムの分散を用いる場合と同様に、入力画像の回転歪みを検出することができる。

【0082】なお、図4および図5または図11に示した処理を実行するためのプログラムを記録媒体124に記録し、記録されたプログラムを外部記憶装置122で読み込むことにより、CPU100で実行するようにしてもよい。記録媒体124は、光磁気記録ディスク、デジタルビデオディスク(DVD)等である。

〔第2の実施の形態〕次に第2の実施の形態における画像処理装置を備えたデジタルカメラについて説明する。図12は、第2の実施の形態におけるデジタルカメラ1の回路構成を示すブロック図である。図を参照して、デジタルカメラ1は、デジタルカメラ1の全体の制御を行なうCPU100と、撮像を行なうCCD104と、撮像された内容を表示する表示部106と、CCD104からの画像を一時記憶するためのRAM108と、撮像された画像をもとに不等辺四角形を作成するための不等辺四角形作成部130と、作成された不等辺四角形をもとに水平方向のあおり角を求めるための水平あおり角計算部132と、求められた不等辺四角形をもとに回転方向のスキュー回転角を求めるためのスキュー回転角計算部134と、求められた不等辺四角形をもとに垂直方向のあおり角を求めるための垂直あおり角計算部136と、求められた水平あおり角、スキュー回転角および垂直あおり角に基づきRAM108に記憶されている画像に幾何変換を施す幾何変換部138と、画像を記録するカードメモリ部120と、CPU100で実行するためのプログラムを記憶するためのROM102とを備える。

【0083】なお、デジタルカメラ1のCPU100に外部記憶装置122を設け、CD-ROM124やフロッピーディスク等からデジタルカメラ1の制御のためのプログラムを読取るようにしてもよい。

【0084】次に、図12に示されるブロック図を用いて実際の撮影の様子を説明する。図12において太い矢印はデータの流れを示し、細い矢印は制御信号の流れを示している。ユーザがカメラの電源をONにすると、撮影レンズ部4が捉えているシーンが、CCD104を介して表示部106に映し出される。

【0085】CPU100は、撮影ボタン3がONになったことを検出すると、CCD104に対してCCDの積分を指示し、積分が終了すればCCDデータのRAM108へのダンプを行なう。そして、表示部106にこの画像を表示(フリーズ表示)させる。CCD104からの画像は、RAM108に記憶される。

18

【0086】画像がCCD104からRAM108に記憶されると、不等辺四角形作成部130、水平あおり角計算部132、スキュー回転角計算部134、垂直あおり角計算部136および幾何変換部138のそれぞれで、順に処理が行なわれ、カードメモリ部120にありの影響で生じた歪みを除去した画像が記憶される。

【0087】ここで、デジタルカメラ1のあおりについて説明する。図13は、デジタルカメラ1のあおりを説明するための図である。図13を参照して、CCD104の投影中心の位置O( $x_0, y_0, z_0$ )を通るレンズ部4の光軸151が、画像座標系150と視点o( $u_0, v_0$ )で垂直に交わっている。 $x-y-z$ は、3次元空間を示す。ここでは、原稿の横方向(水平方向)がx軸と平行に、原稿の縦方向(垂直方向)がy軸と平行に置かれているものとする。原稿は、 $x-y$ 平面と平行である。原稿上の1点P( $x, y, z$ )は、画像座標系150では、 $p(u, v)$ となる。

【0088】撮影レンズ部4の光軸151が、z軸と平行の場合には、原稿と画像座標系150とが平行になり、あおりは生じない。デジタルカメラ1のあおりは、原稿と光軸151とが垂直に交わらない関係にあるときに生じ、デジタルカメラ1がx軸を中心に回転する角度 $\gamma$ と、y軸を中心に回転する角度 $\alpha$ で表わされる。以下、x軸を中心に回転する角度 $\gamma$ を垂直あおり角 $\gamma$ といい、y軸を中心に回転する角度 $\alpha$ を水平あおり角 $\alpha$ という。

【0089】また、デジタルカメラ1が、光軸151を中心に回転する場合には、x軸とu軸とが平行にならず、同様に、y軸とv軸とが平行にならない。これにより、画像座標系150に表わされる画像は、デジタルカメラ1が光軸151を中心に回転する分だけu軸に対して傾いた画像となる。以下、デジタルカメラ1が光軸151を中心に回転する角度 $\beta$ を、スキュー回転角 $\beta$ という。

【0090】次に、画像がRAM108に記憶されたときに、デジタルカメラ1で行なう処理の流れについて説明する。図14は、デジタルカメラ1で行なわれるあおり補正処理の流れを示すフローチャートである。図14を参照して、CCD104で撮像された画像がRAM108に記憶されると、記憶された画像から上下左右の4つの部分画像を作成する(S101)。上下の部分画像は、画像に水平な方向の直線で画像を4等分したときの、最も上側の画像を上部分画像とし、最も下側の部分画像を下部分画像とする。左右の部分画像は、画像に垂直な方向の直線で画像を4等分したときの、最も左側の部分画像を左部分画像とし、最も右側の部分画像を右部分画像とする。ここでは、部分画像を、画像に水平な方向(横方向)または垂直な方向(縦方向)の直線で画像を4等分して求めたが、これに限られず、3等分または6等分等、あおりを検出できる程度の大きさで

(11)

19

あれば良い。

【0091】次に上下左右の4つの部分画像に基づき、不等辺四角形が作成される(S102)。図15は、図14のステップS102の不等辺四角形作成処理で作成される不等辺四角形の一例を示す図である。図15を参照して、画像150は、上部部分画像160と、下部部分画像170と、左部部分画像180と、右部部分画像190とを含んでいる。

【0092】不等辺四角形作成処理では、それぞれの部分画像ごとに、その部分画像に含まれる被写体の傾きを検出し、検出された傾きを有する直線が部分画像の中心を通る直線が求められる。図16は、左部部分画像180とその傾きから求めた直線を示す図である。図16を参照して、左部部分画像180中に表わされた被写体像の傾きを有し、左部部分画像180の中心181を通る直線182が定まる。そして、上下左右のそれぞれの部分画像160、170、180、190において、求められた直線から図15に示す不等辺四角形ABCDが求められる。なお、不等辺四角形作成処理については後で詳しく説明する。

【0093】次に、あおり回転変換の原理について説明する。図17は、あおり回転変換の原理を説明するための図である。図17を参照して、u-v座標系は画像座 \*

$$X_r = X / (\cos \alpha - (X/H) \sin \alpha) \quad \dots (1)$$

$$Y_r = Y \cos \alpha / (\cos \alpha - (X/H) \sin \alpha) \quad \dots (2)$$

ただし、Hは原稿までの距離であり、原稿サイズに比べてある程度小さい場合には、高い精度は必要とされない。このため安価で構成が容易なセンサなどを用いて検出すればよい。また、デジタルカメラ1のズーム倍率やピントの合う範囲からある程度撮影距離を推定できる場合には、推定された撮影距離の精度は粗いけれども、この推定値を撮影距離としてHに割当てても可能である。

【0098】(1)式および(2)式は、水平方向のあおりにおける変換式であるが、垂直方向のあおりについても同様に適用することができる。この場合には、水平あおり角 $\alpha$ が垂直あおり角 $\gamma$ となる。

【0099】図18は、図15に示した不等辺四角形ABCDを水平方向にあおり回転変換した四角形を示す図である。図15と図18を参照して、図18では、辺ABと辺DCとが平行になっている。図18に示す四角形ABCDは、図15に示した不等辺四角形ABCDを辺ABと辺DCとが平行になるまで水平方向にあおり回転変換したものである。したがって、図18に示す四角形ABCDは、デジタルカメラ1の水平あおり角をゼロとして原稿を撮影して得られる四角形とほぼ同じとなる。このように、辺ABと辺CDとが平行となるまで水平方向にあおり回転変換したときの角度が、水平あおり角となる。

【0100】図14に戻って、ステップS104では、

20

\* 標系を示し、x-y座標系は原稿が置かれている現実空間の原稿面を示す。光軸151は、撮影中心Oと画像座標系の原点である視点oを通る。説明を簡単にするため、x-y座標系とu-v座標系の原点を重ねて表わしている。そして、x-y座標系とu-v座標系とは、y軸とv軸とが重なり、u軸とx軸とのなす角が水平あおり角 $\alpha$ である。

【0094】今、画像座標系上の1点Aを座標(X, Y)で表わすと、撮影中心Oと点Aを結ぶ直線が原稿平面(x-y座標系)と交わる点が、現実空間内の原稿面の点A<sub>r</sub>に対応する。ここでは、A<sub>r</sub>を座標(X<sub>r</sub>, Y<sub>r</sub>)とする。同様に、画像座標系上の1点Zに対応する現実空間内の原稿面の点Z<sub>r</sub>は、撮影中心Oと点Aを結ぶ直線が原稿平面(x-y座標系)と交わる点となる。

【0095】現実空間内の直線A<sub>r</sub>Z<sub>r</sub>は、画像座標系に射影されると直線にはならず、歪曲するが、その歪みは点Aに近いほど直線となり、わずかな歪みであるので、直線AZで近似することができる。

【0096】この場合にX<sub>r</sub>とXとの関係は次式(1)で表わされ、Y<sub>r</sub>とYとの関係は次式(2)で表わされる。

【0097】

スキュー回転角 $\beta$ が計算される。スキュー回転角 $\beta$ は、ステップS103で水平あおり角 $\alpha$ を計算するとき求めた四角形ABCDを用いて計算される。水平あおり角 $\alpha$ を計算するとき求めた四角形ABCDは、辺ABと辺CDとが平行であった。スキュー回転角 $\beta$ は、これらの辺ABと辺CDとに垂直に交わる直線が、画像に垂直な方向と平行になるまで四角形ABCDを画像面内で回転させたときの回転角である。

【0101】図19は、スキュー回転角 $\beta$ を求める際に行なう回転変換を説明するための図である。図19を参照して、四角形ABCDの辺ABと辺CDとに垂直に交わる直線185が画像の垂直方向を示す直線186となす角がスキュー回転角 $\beta$ となる。これは、四角形ABCDを画像面内で直線185が直線186と平行になるまで回転変換することにより、求められる。図20は、水平あおり角 $\alpha$ であおり回転変換した四角形をスキュー回転角 $\beta$ で回転変換した四角形を示す図である。

【0102】図14に戻って、ステップS105では、垂直あおり角 $\gamma$ を計算する。垂直あおり角 $\gamma$ は、ステップS104で回転変換した後の台形ABCDの辺ADと辺BCとが平行になるまで垂直方向にあおり回転変換したときのあおり角である。図21は、図15に示した不等辺四角形ABCDに水平あおり角 $\alpha$ であおり回転変換し、スキュー回転角 $\beta$ で回転変換した台形に、垂直あおり角 $\gamma$ であおり回転変換を施した矩形を示す図である。

(12)

21

【0103】図14のステップS106では、ステップS103で求めた水平あおり角 $\alpha$ と、ステップS104で求めたスキュー回転角 $\beta$ と、ステップS105で求めた垂直あおり角 $\gamma$ とを用いて、入力された画像に幾何変換を施した画像を出力する。

【0104】このように、あおり補正処理では、入力された画像に、水平あおり角 $\alpha$ と垂直あおり角 $\gamma$ とスキュー回転角 $\beta$ とを用いて幾何変換を行なうことで、水平あおり角 $\alpha$ と垂直あおり角 $\gamma$ とにより生じるあおり歪みを補正するとともに、スキュー回転角 $\beta$ により生じる回転歪みを補正する。

【0105】次に、不等辺四角形作成処理について説明する。図22は、図14のステップS102で行なわれる不等辺四角形作成処理の流れを示すフローチャートである。図22を参照して、ステップS111で、処理対象の領域として上部部分画像を選択する。そして、次のステップS112で、選択している領域が上部部分画像あるいは下部部分画像のいずれかであるか否かが判断される。これは、上部部分画像160と下部部分画像170とに対して行なう処理と、左部部分画像180と右部部分画像190とに対して行なう処理とが異なるからである。選択している部分画像が上部または下部である場合には、ステップS113に進む。

【0106】ステップS113では、水平方向の傾き検出処理が行なわれる。水平方向の傾き検出処理は、上部部分画像160と下部部分画像170とに対して行なわれ、上部部分画像160または下部部分画像170に含まれる被写体像が、水平方向からどれだけ傾いているかを検出する処理である。水平方向の傾き検出処理については後で詳しく説明する。次のステップS114では、

検出された傾きで部分画像の中心を通る直線を作成する。これにより、上部部分画像160において辺ABを含む直線が作成され、下部部分画像170において辺CDを含む直線が作成される。

【0107】ステップS112で、選択されている領域が左部部分画像180または右部部分画像190である場合には、ステップS115に進む。ステップS115では、垂直方向の傾き検出処理が行なわれる。垂直方向の傾き検出処理では、左部部分画像180または右部部分画像190に含まれる被写体像が垂直方向からどれだけ傾いているかを検出する処理である。そして次のステップS116で、検出された傾きで部分画像の中心を通る直線が作成される。これにより、左部部分画像180において辺ADを含む直線が作成され、右部部分画像190において辺BCを含む直線が作成される。

【0108】ステップS117では、上部、下部、左部および右部のすべての部分画像について処理が終了したか否かが判断され、処理が終了した場合にはステップS119に進み、処理が終了していない場合にはステップS118に進む。

22

【0109】ステップS118では、処理が終了していない部分画像が処理対象の領域として選択される。そして、ステップS112に進み、上述の処理が繰返し行なわれる。これにより、上部部分画像160、下部部分画像170、左部部分画像180および右部部分画像190のそれぞれにおいて、部分領域に含まれる被写体像の傾きを有し部分画像の中心を通る直線が作成される。

【0110】ステップS119では、作成された4つの直線の交点から、不等辺四角形ABCDの頂点座標を求める。そして処理を終了する。

【0111】次に、水平方向の傾き検出処理について説明する。図23は、図22のステップS113で行なわれる水平方向の傾き検出処理の流れを示すフローチャートである。図23を参照して、ステップS121では、回転角度を示す変数 $\theta$ に $-K1$ 度を設定する。 $-K1$ は、正数の初期値である。回転角度 $\theta$ は、正の場合に時計回り、負の場合に反時計回りの回転方向を示す。

【0112】ステップS122では、選択されている部分領域を、回転角度 $\theta$ だけ同一平面内で回転させる変換を行なう。回転変換された部分画像は、ステップS123でMINフィルタ処理が施され、ステップS124で縮小処理が施される。NINフィルタ処理と縮小処理とは、以降に行なう処理の高速化および処理に必要なメモリの低減を図る他、文字が表わされた領域をまとめることで水平方向のエッジを抽出しやすくするために施される処理である。具体的には、MINフィルタ処理と縮小処理とを施すことにより、処理の対象となる画素数が減少するので、計算に用いるデータ数を削減することができ、処理の高速化が図られる。さらに、データ数が減少するので、必要とされるメモリを低減することができる。また、文字が表わされた領域は、黒画素が連結されるために文字が表わされた領域が塊となるので、エッジを検出する際に文字そのもののエッジではなく、文字の領域の輪郭がエッジとして抽出されることになる。なお、縮小率は、撮影距離、撮影対象、必要とする補正精度、処理速度やメモリ容量的な制限等に応じて変えることができる。

【0113】次のステップS125では、二次微分処理が行なわれる。これにより、ステップS124で縮小処理が施された部分領域のエッジが検出される。このエッジは、換言すれば、部分領域に含まれる被写体像のエッジである。

【0114】ここで、MINフィルタ処理と縮小処理と二次微分処理について具体的な例を示す。図24は、入力画像の文字が表わされた領域の一部を縮小した画像の一例を示す図である。図25は、図24に示す縮小画像に平滑化処理とMINフィルタ処理とを施した画像を示す図である。黒画素が連結されて、文字が表わされた領域が塊となっているのがわかる。図26は、図25に示す画像に二次微分処理を施した画像を示す図である。図

(13)

23

25に示した画像中の塊となった文字が表わされた領域の輪郭部分が、エッジとして抽出されているのがわかる。

【0115】図23に戻って、ステップS126では、ステップS125で求めた二次微分処理を施した画像に対して、水平方向に二次微分の絶対値の和を射影したヒストグラムを作成する。そして、作成されたヒストグラムの度数の分散値 $V\theta$ を計算する(S127)。そして、回転角度 $\theta$ がK1度以上か否かを判断し(S128)、回転角度 $\theta$ がK1度以上の場合には、ステップS130に進み、そうでない場合にはステップS129に進む。

【0116】ステップS129では、回転角度 $\theta$ にステップ幅H1度をプラスする。そして、ステップS122に進み、ステップS122～ステップS127までの処理を行なう。これにより、回転角度 $\theta$ を $-K1 \sim K1$ までの範囲で、ステップ幅H1で変化させ、それぞれの回転角度におけるヒストグラムの度数の分散値 $V\theta$ が求められる。そして、複数の分散値 $V\theta$ のうち、最小となる回転角度 $\theta$ を水平方向の傾き角度として検出する(S130)。これにより、上部の部分画像160と下部の部分画像170において、それぞれの部分画像に含まれる被写体の傾きが求められる。

【0117】図22のステップS115で行なわれる垂直方向の傾き検出処理には、図23に示した水平方向の傾き検出処理を適用できる。ただし、検出する傾きの方向が水平方向と垂直方向とで異なるので、垂直方向の傾き検出処理では、図23のステップS126では、水平方向ではなく垂直方向に二次微分の絶対値和が射影されることによりヒストグラムが作成される。その他の処理は、水平方向の傾き検出処理と同様である。

【0118】左部部分画像180に垂直方向の傾き検出処理を施した場合について具体例を示す。図27は、左部部分画像180に対応する二次微分画像と垂直方向の射影ヒストグラムとを示す図である。図27(A)は、左部部分画像180にMINフィルタ処理と縮小処理と二次微分処理とを施して得られる二次微分画像180Aを示す図である。図27(B)は、図27(A)に示す二次微分画像180Aの二次微分値の絶対値和を垂直方向に射影して作成したヒストグラムを示す図である。

【0119】図28は、左部の部分画像180を所定の回転角度だけ回転させた画像に対応する二次微分画像と、垂直方向の射影ヒストグラムとを示す図である。図28(A)は、左部部分画像180を回転角度 $\theta$ だけ回転させた画像にMINフィルタ処理と縮小処理と二次微分処理とを施して得られる二次微分画像180Bを示す図である。図28(B)は、図28(A)に示す二次微分画像180Bの二次微分値の絶対値和を垂直方向に射影したヒストグラムを示す図である。

【0120】ここで、図27(A)に示す二次微分画像

24

180Aと図28(A)に示す二次微分画像180Bとを比較すると、二次微分画像180Aでは、エッジが垂直方向に配列せずに斜めになっているのに対し、二次微分画像180Bでは、エッジが垂直方向に並んでいるのがわかる。次に、図27(B)のヒストグラムと、図28(B)のヒストグラムとを比較する。図27(B)に示すヒストグラムは、度数の偏りがないため、ヒストグラムの度数の分散が小さくなる。これに対して図28(B)に示すヒストグラムは、水平位置の左側に度数の高い山が存在し、度数に偏りが見られる。このため、ヒストグラムの度数の分散が大きくなる。

【0121】このように、二次微分画像の二次微分値の絶対値和を垂直方向に射影したヒストグラムの度数の分散が大きくなるときとは、二次微分画像に表わされたエッジが垂直方向に並んでいることになる。同様に、二次微分画像の二次微分値の絶対値和を水平方向に射影したヒストグラムの度数の分散が大きくなるときとは、二次微分画像に表わされたエッジが水平方向に並んでいることになる。

【0122】なお、本実施の形態においては、文字が表わされた領域を統合するために、MINフィルタ処理と縮小処理とを併用したが、これらを単独で用いるようにしてもよい。また、平滑化処理や輝度MINフィルタ処理またはモルフォロジー演算等を用いてもよく、これらの処理と縮小処理とを併用してもよい。さらに、平滑化処理、輝度MINフィルタ処理、モルフォロジー演算を用いる場合には、水平方向と垂直方向とで用いるフィルタを異ならせると効果的である。たとえば、水平方向に平滑化処理をした場合には、垂直方向に平滑化はなされず、水平方向に領域の統合が行なわれるようにする。このため、垂直方向のエッジが検出されやすくなる。

【0123】さらに、縮小処理においては、水平方向の傾き検出処理においては、水平方向にのみ縮小し、垂直方向は縮小しないようにしてもよい。逆に、垂直方向の傾き検出処理においては、垂直方向にのみ縮小し、水平方向には縮小しないようにしてもよい。このようにすることで、水平方向または垂直方向のエッジが検出しやすくなる。

【0124】図29は、図24に示した縮小画像に水平方向より垂直方向に長いブロックで平滑化処理とMINフィルタ処理とを施した画像の一例を示す図である。図30は、図29に示す画像を二次微分処理して求めた二次微分画像を示す図である。図29に示す画像は図25に示した画像とほぼ同じ画素数の場合を示しているが、図30に示す二次微分画像では、図26に示した二次微分画像と比較するとわかるように、垂直方向のエッジが鮮明に表われている。このように水平方向と垂直方向とで度合いを変えたフィルタを用いて処理を行なう方が、領域の輪郭をより鮮明に捉えることができる。

【0125】図31は、入力画像の一例を示す図であ

(14)

25

る。入力画像中に原稿が含まれている。図32は、図31に示す入力画像の左4分の1の左部部分画像を示す図である。図33は、図32に示す左部部分画像の傾きを示す図である。このようにして、部分画像ごとに被写体像の傾きが求められ、求められた傾きで部分画像の中心を通る直線が作成される。

【0126】次に、水平あおり角 $\alpha$ 計算処理について説明する。図34は、図14のステップS103で行なわれる水平あおり角 $\alpha$ 計算処理の流れを示すフローチャートである。図34を参照して、水平あおり角を示す変数であるあおり回転角度 $\omega$ に初期値 $-K2$ 度を設定する

(S131)。そして次のステップS132で、不等辺四角形作成処理で求められた不等辺四角形ABCDの4つの頂点A、B、C、Dを、あおり回転角度 $\omega$ で水平方向にあおり回転変換する。

【0127】次のステップS133では、辺ABの傾きと辺CDの傾きとが同じか否かが判断され、同じ場合にはステップS136に進み、そうでない場合にはステップS134に進む。ステップS136では、水平あおり角 $\alpha$ に辺ABの傾きと辺CDの傾きとが同じになったときのあおり回転角度 $\omega$ の値が代入されて、水平あおり角計算処理を終了する。

【0128】ステップS134では、あおり回転角度 $\omega$ にステップ幅H2度が加算され、次のステップS135では、あおり回転角度 $\omega$ がK2度以上か否かが判断される。あおり回転角度 $\omega$ がK2度以上の場合には、水平あおり角計算処理が異常終了したとして処理を終了する。あおり回転角度 $\omega$ がK2度以上でない場合には、ステップS132に進み、上述の処理を繰返し行なう。

【0129】このように、あおり回転角度 $\omega$ を $-K2 \sim K2$ までの範囲でステップ幅H2度で変化させ、あおり回転角度 $\omega$ で水平方向にあおり回転変換する。そして、辺ABの傾きと辺CDの傾きとが同じとなるときのあおり回転角度 $\omega$ の値を水平あおり角 $\alpha$ とする。

【0130】次に、スキュー回転角 $\beta$ 計算処理について説明する。図35は、図14のステップS104で行なわれるスキュー回転角 $\beta$ 計算処理の流れを示すフローチャートである。図35を参照して、ステップS141では、4つの頂点ABCDのうち辺ABの傾きからスキュー回転角 $\beta$ を求める。これにより、辺ABと辺DCとが画像の水平方向と平行になる。

【0131】次に、垂直あおり角 $\gamma$ 計算処理について説明する。図36は、図14のステップS105で行なわれる垂直あおり角 $\gamma$ 計算処理の流れを示すフローチャートである。図36を参照して、ステップS151では、あおり回転角を示す変数であるあおり回転角度 $\phi$ に初期値 $-K3$ 度を設定する。次のステップS152では、4つの頂点ABCDをあおり回転角度 $\phi$ で垂直方向にあおり回転変換する。そして、あおり回転変換後の辺ADの傾きと辺BCの傾きとが同じか否かを判断する (S15

26

3)。辺ADの傾きと辺BCの傾きとが同じ場合には、ステップS156に進み、そうでない場合にはステップS154に進む。ステップS156では、辺ADの傾きと辺BCの傾きとが同じとなるあおり回転変換をしたときのあおり回転角度 $\phi$ の値を垂直あおり角 $\gamma$ として垂直あおり角 $\gamma$ 計算処理を終了する。

【0132】ステップS154では、あおり回転角度 $\phi$ にステップ幅H3度を加算し、次のステップS155では、あおり回転角度 $\phi$ が上限値K3度以上か否かを判断する。あおり回転角度 $\phi$ が上限値K3度以上の場合には、垂直あおり角計算処理が異常と判断して、処理を終了する。あおり回転角度 $\phi$ がK3度以上でない場合には、ステップS152に進み、上述の処理を繰返し行なう。

【0133】以上説明したとおり本実施の形態におけるデジタルカメラ1では、撮影した画像内のオブジェクトを抽出することなく、画像の上下左右の部分画像ごとに検出した被写体の傾き角をもとに不等辺四角形を作成し、この不等辺四角形を矩形になるようにあおり回転変換して、あおり角を検出するので、画像内にオブジェクトが存在しない場合であっても、あおりによる画像の歪みを補正することができる。

【0134】また、不等辺四角形のあおり回転変換には、頂点の座標のみを用いるので、処理速度が速く、正確にあおり角を求めることができる。

【0135】さらに、不等辺四角形が矩形になるようにあおり回転変換を行なうことにより、あおり角を求めるため、あおりによる生じる画像の歪みの補正度合いを判定することができ、補正の精度を高くすることができる。

【0136】さらに、上下左右の部分画像で、それぞれの部分画像に含まれる被写体像の傾きを求める際に、水平方向と垂直方向とで縮小率の異なる画像または異なるフィルターで処理した画像を用いるので、精度を下げることなく処理速度を速くすることができる。

【0137】なお、図14、図22、図23、図34、図35および図36に示した処理を実行するためのプログラムを記録媒体124に記録し、記録されたプログラムを外部記憶装置122で読込むことにより、CPU100で実行するようにしてもよい。記録媒体124は、光磁気記録ディスク、デジタルビデオディスク (DVD) 等である。

【0138】今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態におけるデジタルカメラ1と

(15)

27

撮影対象である原稿2との関係を示す図である。

【図2】デジタルカメラ1をレンズの側から見た斜視図である。

【図3】第1の実施の形態におけるデジタルカメラ1の回路構成を示すブロック図である。

【図4】第1の実施の形態におけるデジタルカメラ1で行なう画像処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】図4のステップS01で行なわれる傾き補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】入力画像と縮小画像とを示す図である。

【図7】縮小画像を回転させる状態を示すための図である。

【図8】二次微分フィルタの一例を示す図である。

【図9】二次微分画像と二次微分の水平射影ヒストグラムおよび垂直射影ヒストグラムを示す図である。

【図10】縮小画像を回転して射影ヒストグラムの分散の和が最大となるときの縮小画像と射影ヒストグラムとを示す図である。

【図11】図4のステップS01で行なわれる傾き補正処理の変形例を示すフローチャートである。

【図12】第2の実施の形態におけるデジタルカメラ1の回路構成を示すブロック図である。

【図13】デジタルカメラ1のあおりを説明するための図である。

【図14】第2の実施の形態におけるデジタルカメラ1で行なわれるあおり補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図15】図14のステップS102の不等辺四角形作成処理で作成される不等辺四角形の一例を示す図である。

【図16】左部部分画像180とその傾きから求めた直線を示す図である。

【図17】あおり回転変換の原理を説明するための図である。

【図18】図15に示した不等辺四角形ABCDを水平方向にあおり回転変換した四角形を示す図である。

【図19】スキュー回転角 $\beta$ を求める際に行なう回転変換を説明するための図である。

【図20】水平あおり角 $\alpha$ であおり回転変換した四角形をスキュー回転角 $\beta$ で回転変換した四角形を示す図である。

【図21】図15に示した不等辺四角形ABCDに水平あおり角 $\alpha$ であおり回転変換し、スキュー回転角 $\beta$ で回転変換した台形に、垂直あおり角 $\gamma$ であおり回転変換を施した矩形を示す図である。

【図22】図14のステップS102で行なわれる不等辺四角形作成処理の流れを示すフローチャートである。

【図23】図22のステップS113で行なわれる水平方向の傾き検出処理の流れを示すフローチャートである。

28

【図24】入力画像の文字が表わされた領域の一部を縮小した画像の一例を示す図である。

【図25】図24に示す縮小画像に平滑化処理とMINフィルタ処理とを施した画像を示す図である。

【図26】図25に示す画像に二次微分処理を施した画像を示す図である。

【図27】左部部分画像180に対応する二次微分画像と垂直方向の射影ヒストグラムとを示す図である。

【図28】左部の部分画像180を所定の回転角度だけ回転させた画像に対応する二次微分画像と、垂直方向の射影ヒストグラムとを示す図である。

【図29】図24に示した縮小画像に水平方向より垂直方向に長いブロックで平滑化処理とMINフィルタ処理とを施した画像の一例を示す図である。

【図30】図29に示す画像を二次微分処理して求めた二次微分画像を示す図である。

【図31】入力画像の一例を示す図である。

【図32】図31に示す入力画像の左4分の1の左部部分画像を示す図である。

【図33】図32に示す左部部分画像の傾きを示す図である。

【図34】図14のステップS103で行なわれる水平あおり角 $\alpha$ 計算処理の流れを示すフローチャートである。

【図35】図14のステップS104で行なわれるスキュー回転角 $\beta$ 計算処理の流れを示すフローチャートである。

【図36】図14のステップS105で行なわれる垂直あおり角 $\gamma$ 計算処理の流れを示すフローチャートである。

【図37】原稿をデジタルカメラで撮影して得られる傾きのない画像を示す図である。

【図38】図37の画像に領域判別処理を施した画像を示す図である。

【図39】原稿をデジタルカメラで撮影して得られる回転ずれを有する画像を示す図である。

【図40】図39の画像に領域判別処理を施した画像を示す図である。

【図41】原稿をデジタルカメラで撮影して得られる画像であって、画像中に原稿の端が含まれない画像を示す図である。

【図42】原稿をデジタルカメラで撮影して得られる画像であって、画像中に原稿の背景に机が含まれる画像を示す図である。

【図43】デジタルカメラで撮影の対象となる原稿の一例を示す図である。

【図44】図43に示す原稿をデジタルカメラで撮像して得られる画像の一例を示す図であり、原稿の端を含まない画像を示す図である。

【図45】図43に示す原稿をデジタルカメラで撮像し

(16)

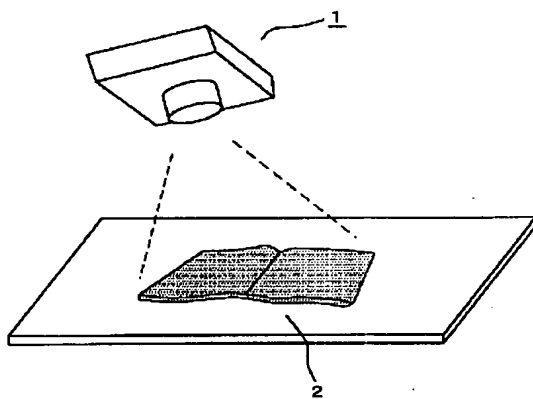
29

て得られる画像の一例を示す図であり、原稿の端の一部を含む画像を示す図である。

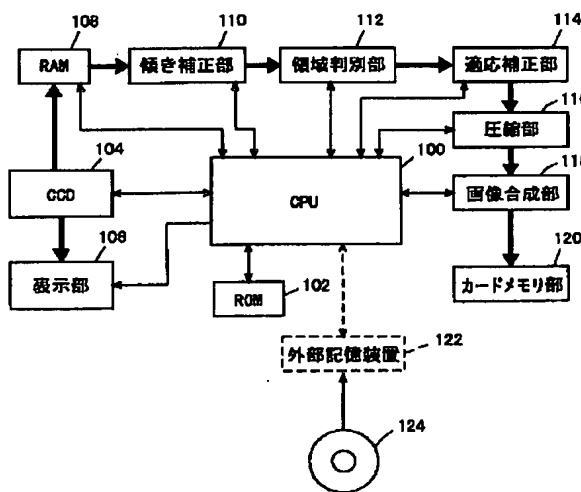
## 【符号の説明】

1 デジタルカメラ  
100 CPU  
104 CCD  
108 RAM  
110 傾き補正部  
112 領域判別部  
114 適応補正部

【図1】



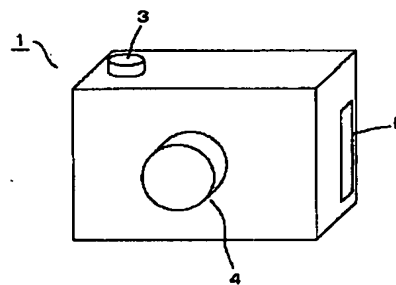
【図3】



30

116 圧縮部  
118 画像合成部  
120 カードメモリ  
122 外部記憶装置  
124 記録媒体  
130 不等辺四角形作成部  
132 水平あおり角計算部  
134 回転角計算部  
136 垂直あおり角計算部  
138 幾何変換部

【図2】

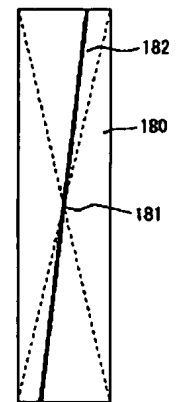
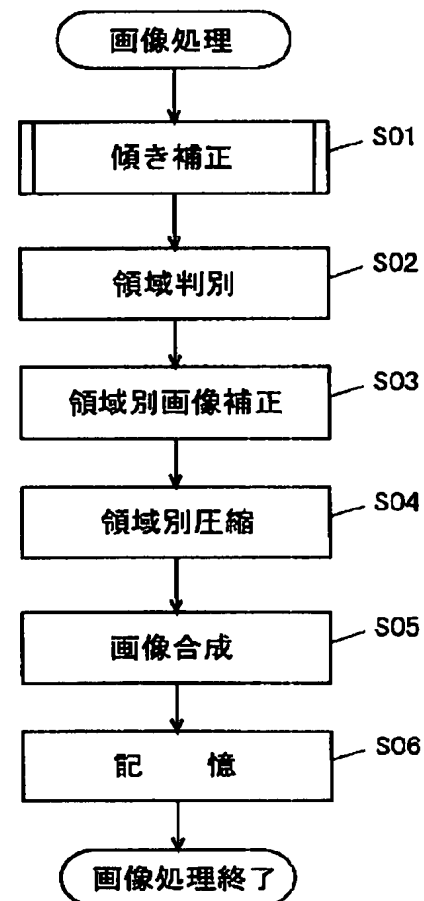


【図4】

【図8】

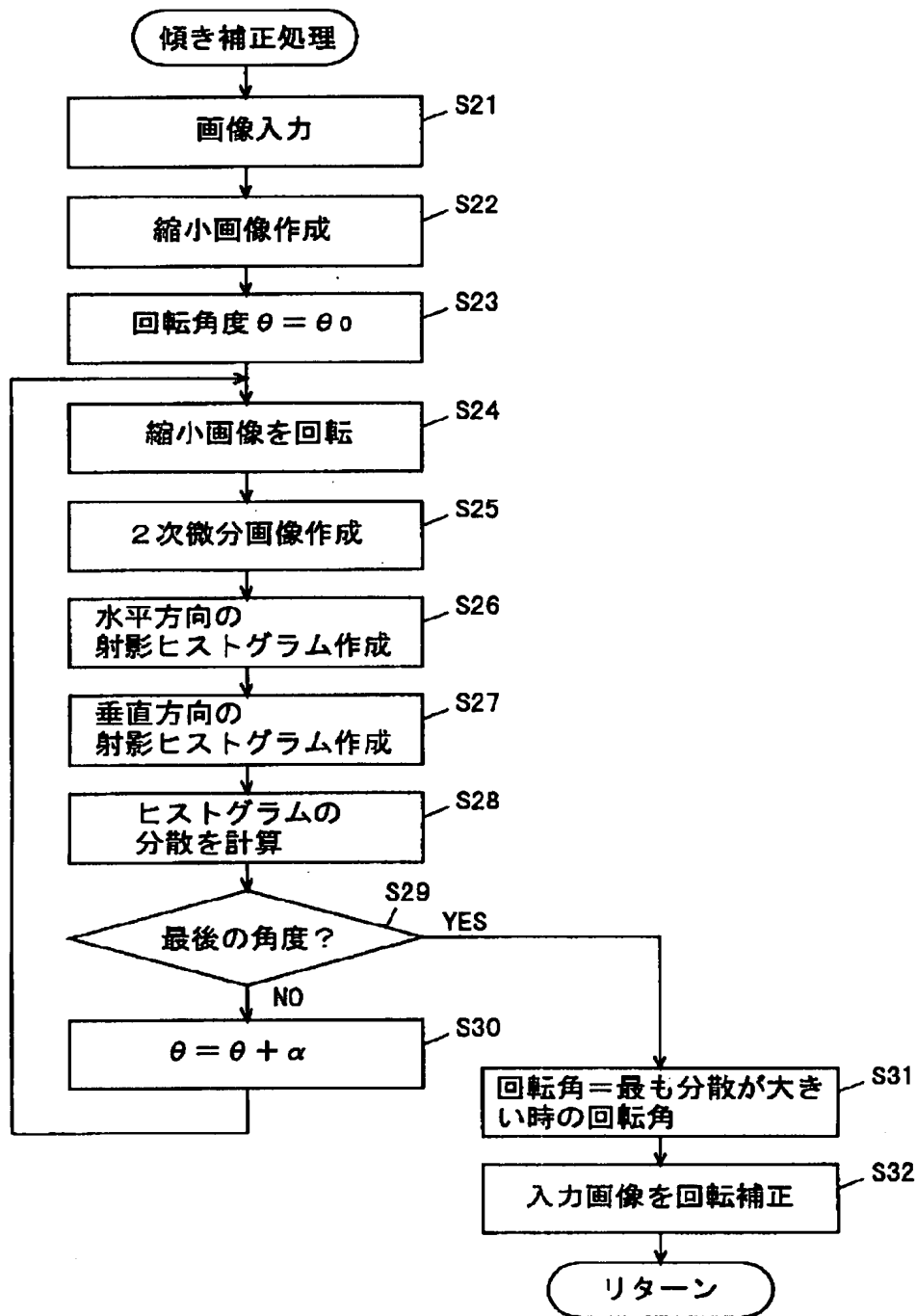
	-1	
-1	4	-1
	-1	

【図16】

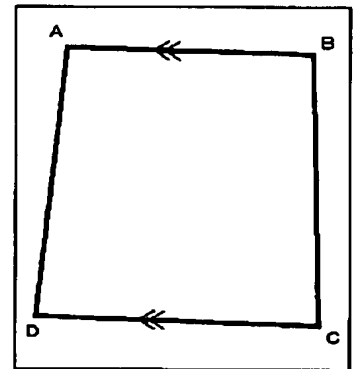


(17)

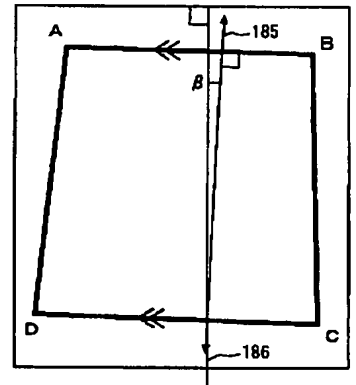
【図5】



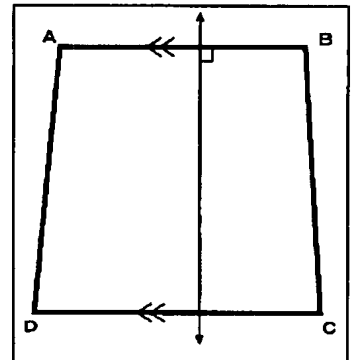
【図18】



【図19】

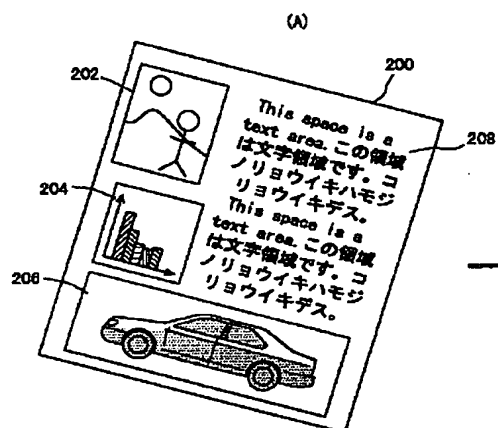


【図20】

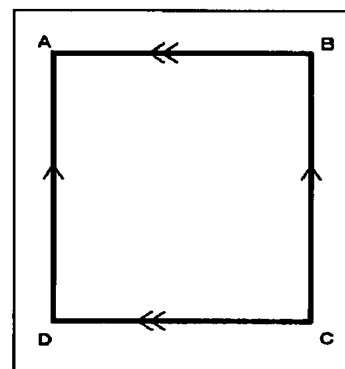


(18)

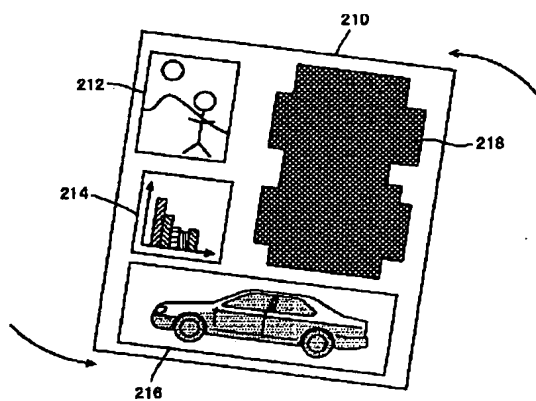
【図6】



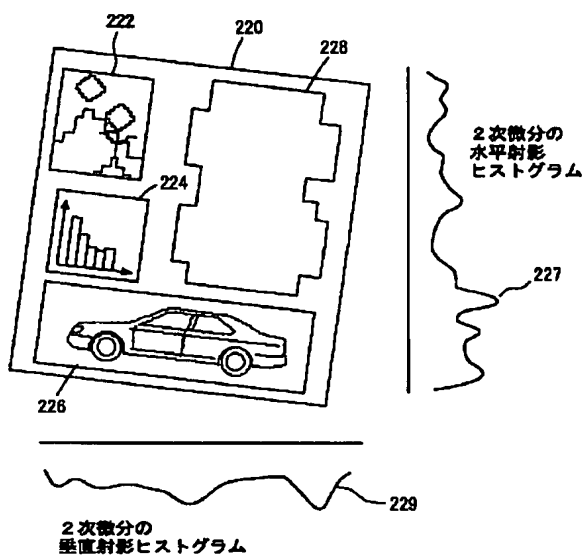
【図21】



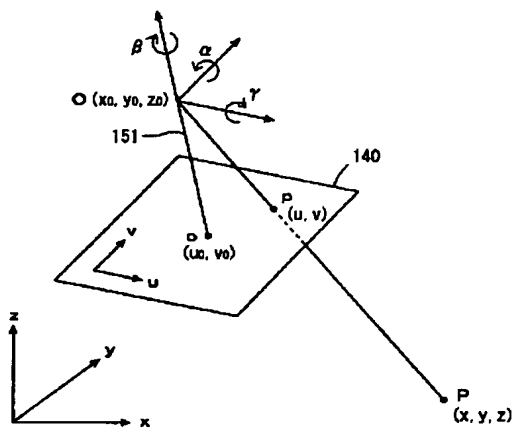
【図7】



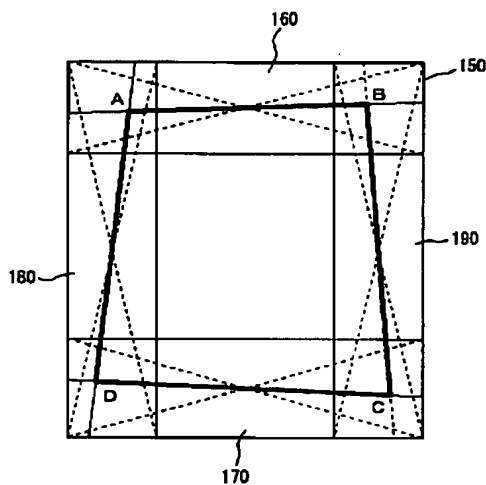
【図9】



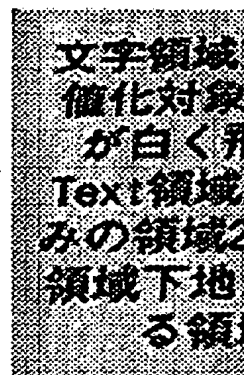
【図13】



【図15】

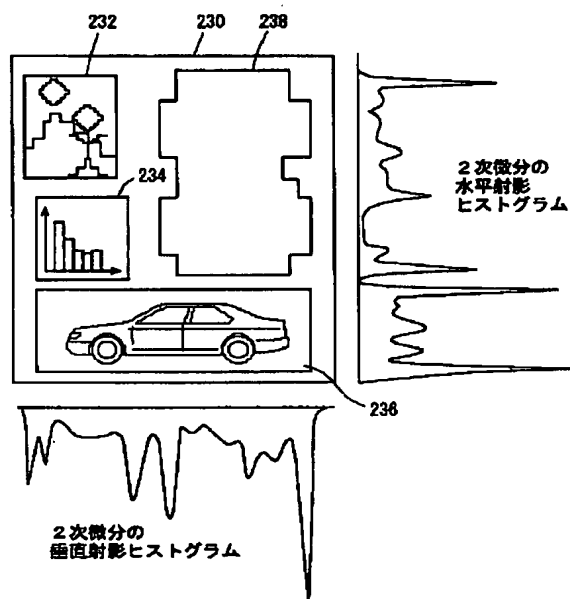


【図24】

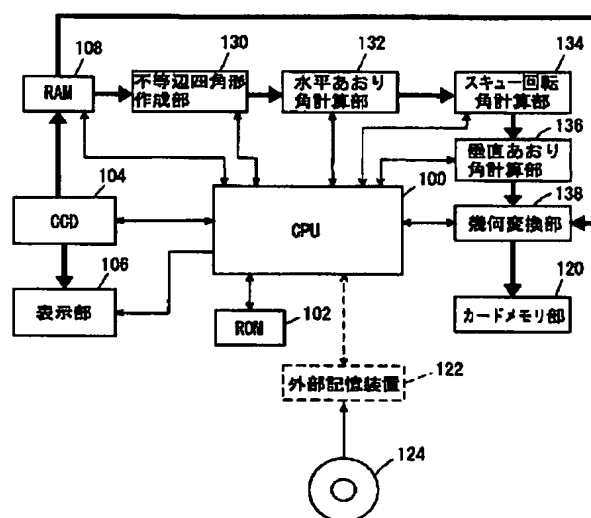


(19)

【図10】



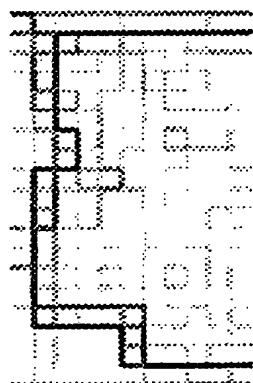
【図12】



【図14】

【図25】

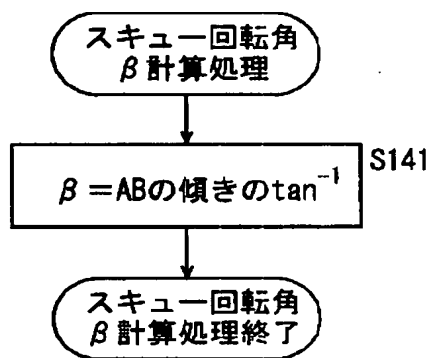
【図26】



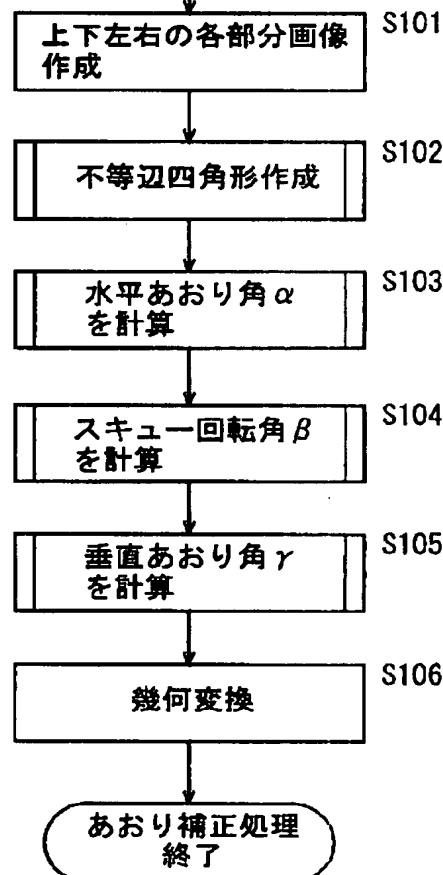
【図29】



【図35】



あおり補正処理

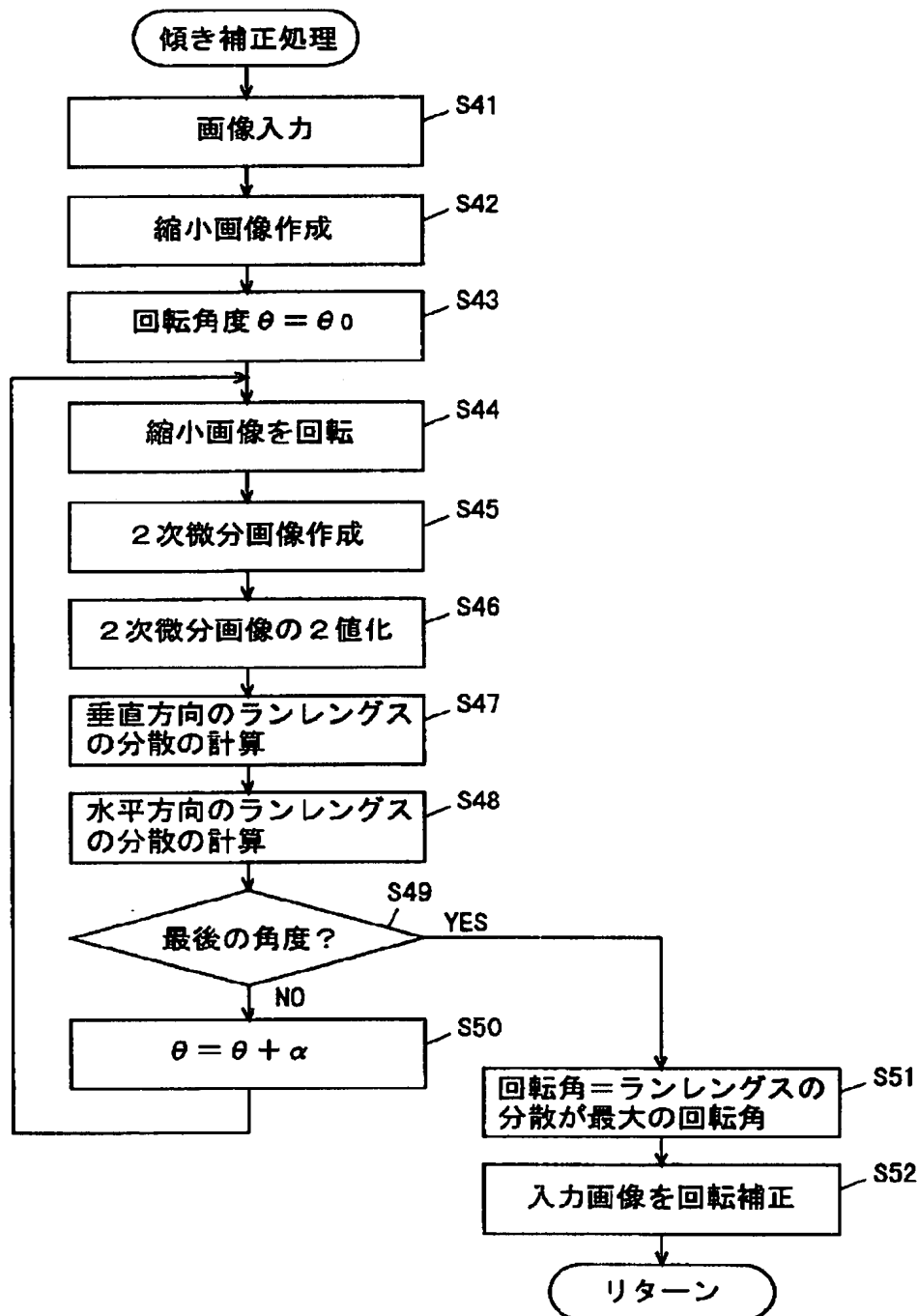


【図30】



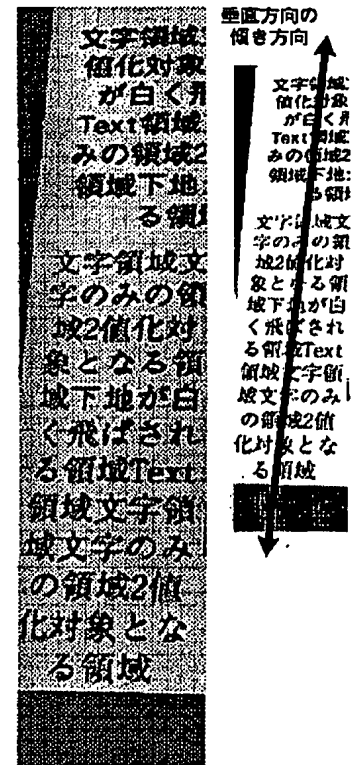
(20)

【図11】

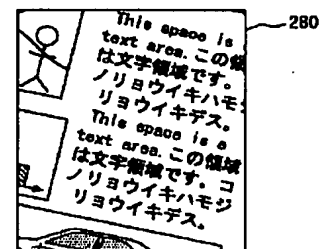


【図32】

【図33】

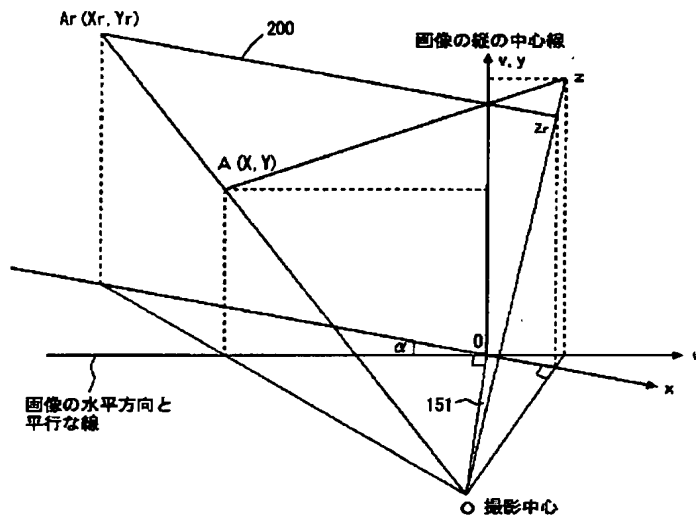


【図41】

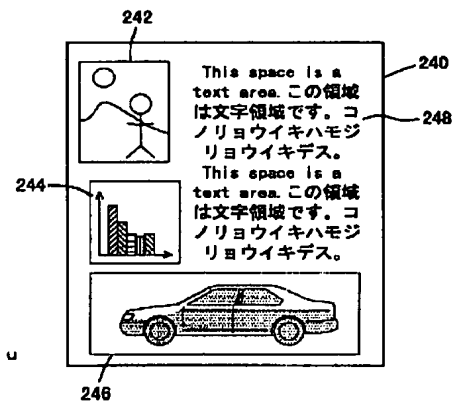


(21)

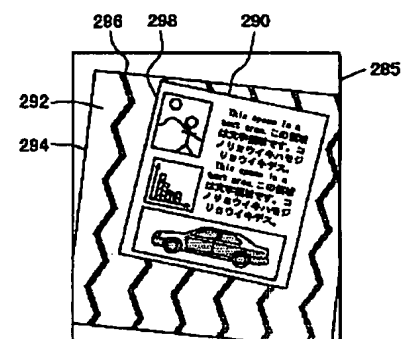
【图 17】



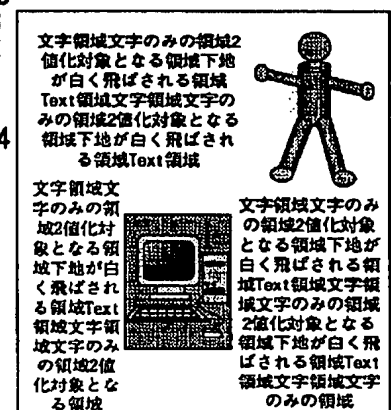
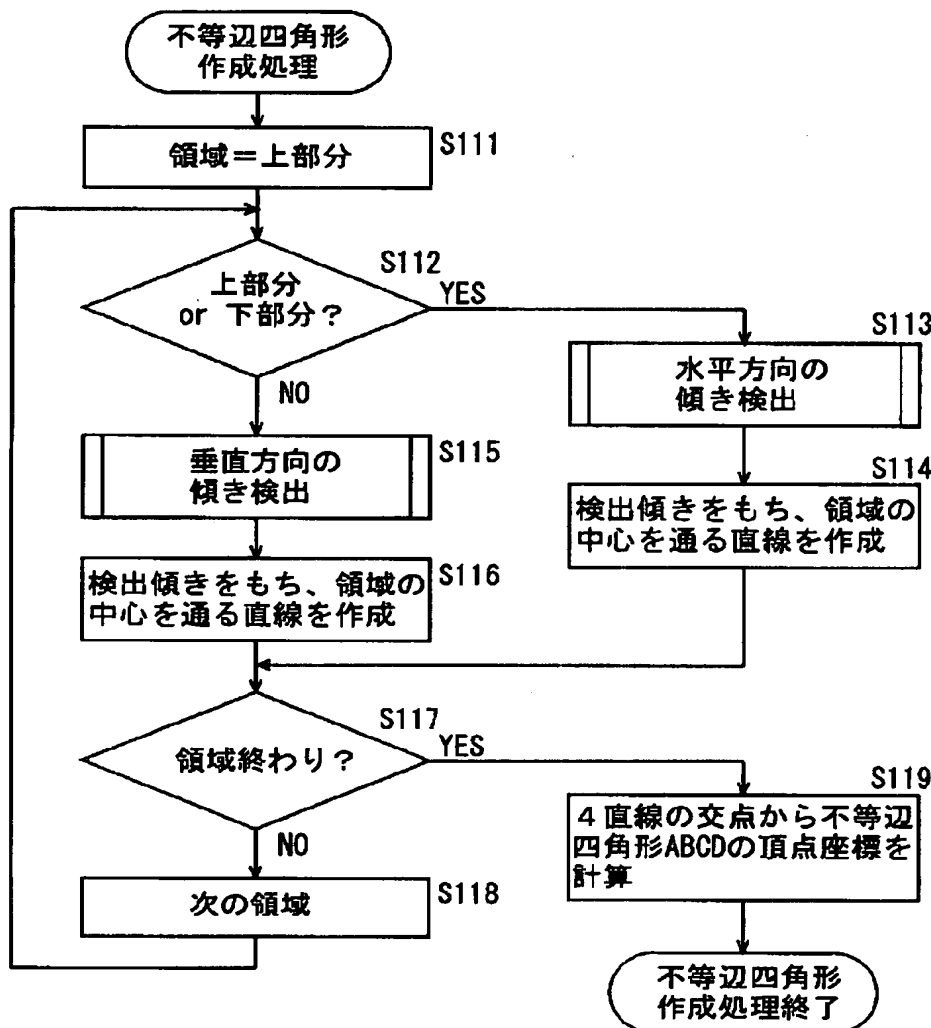
【図 3 7】



【図 4 2】

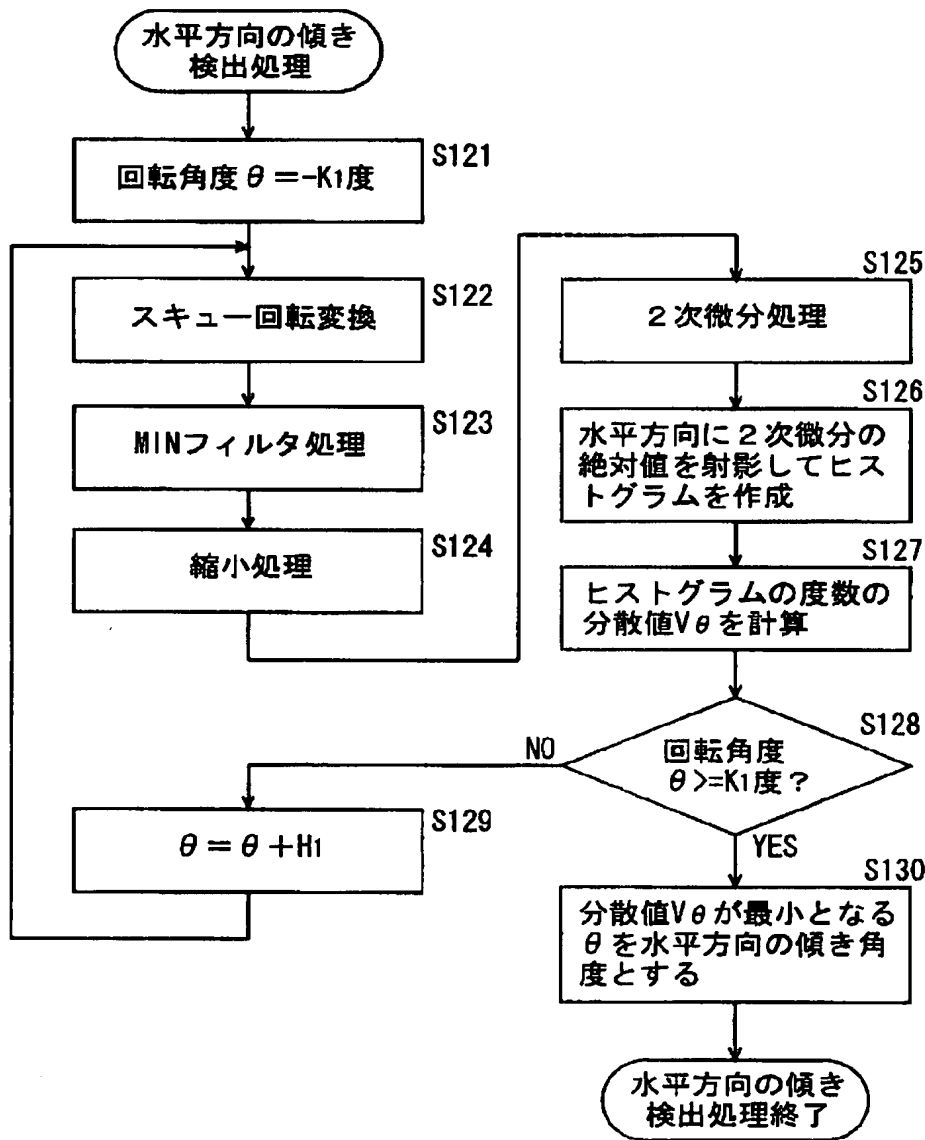


【図 4 3】

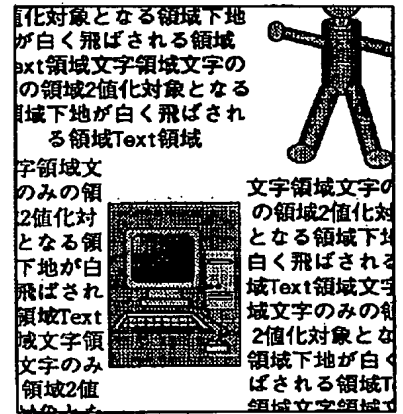


(22)

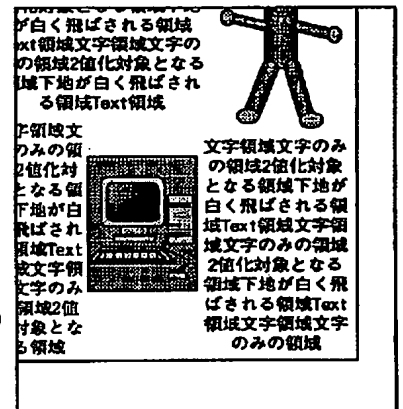
【図23】



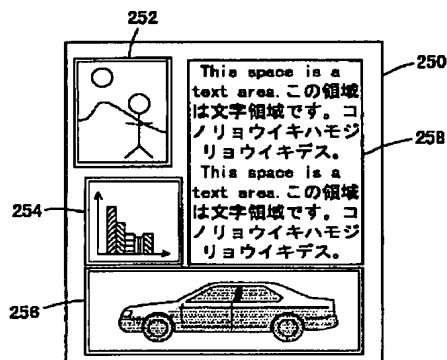
【図44】



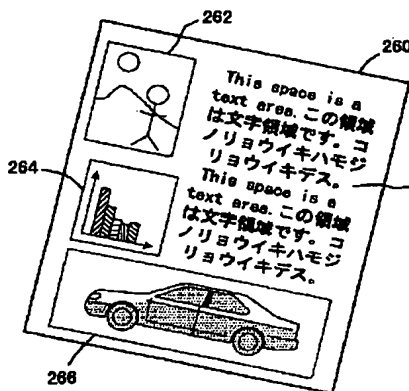
【図45】



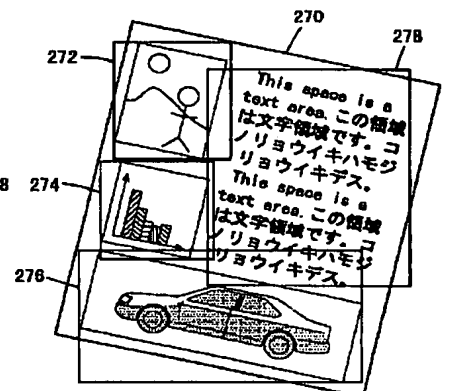
【図38】



【図39】

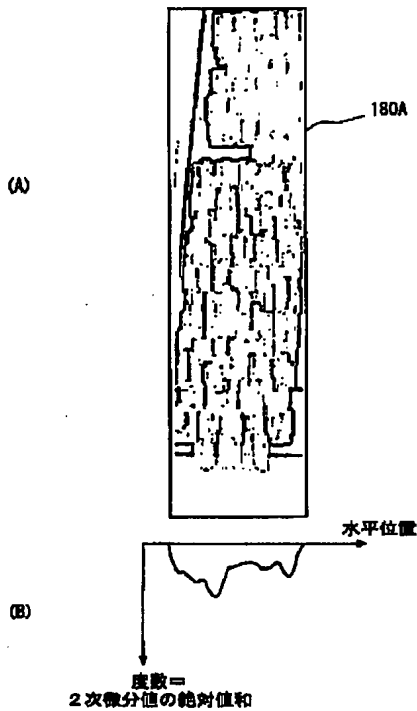


【図40】

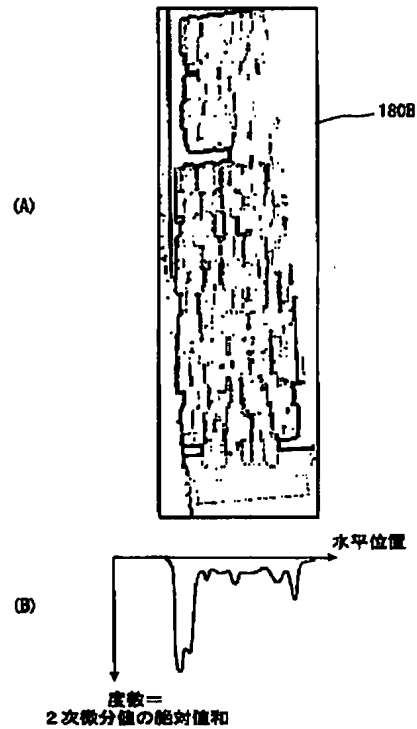


(23)

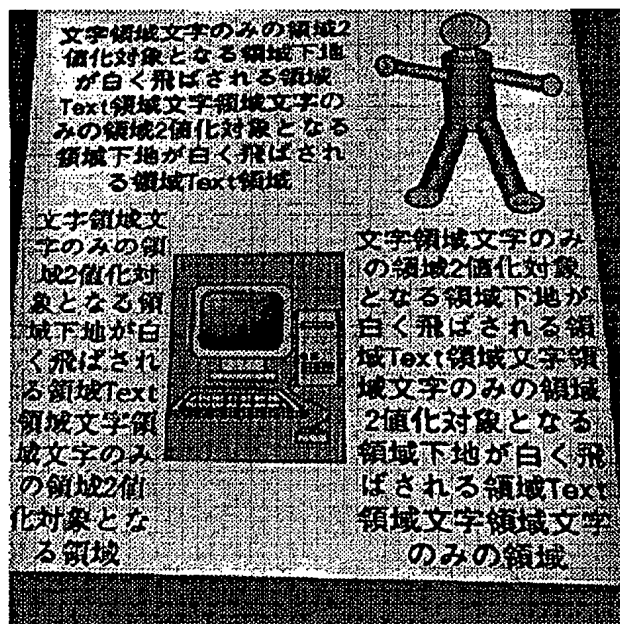
【図27】



【図28】

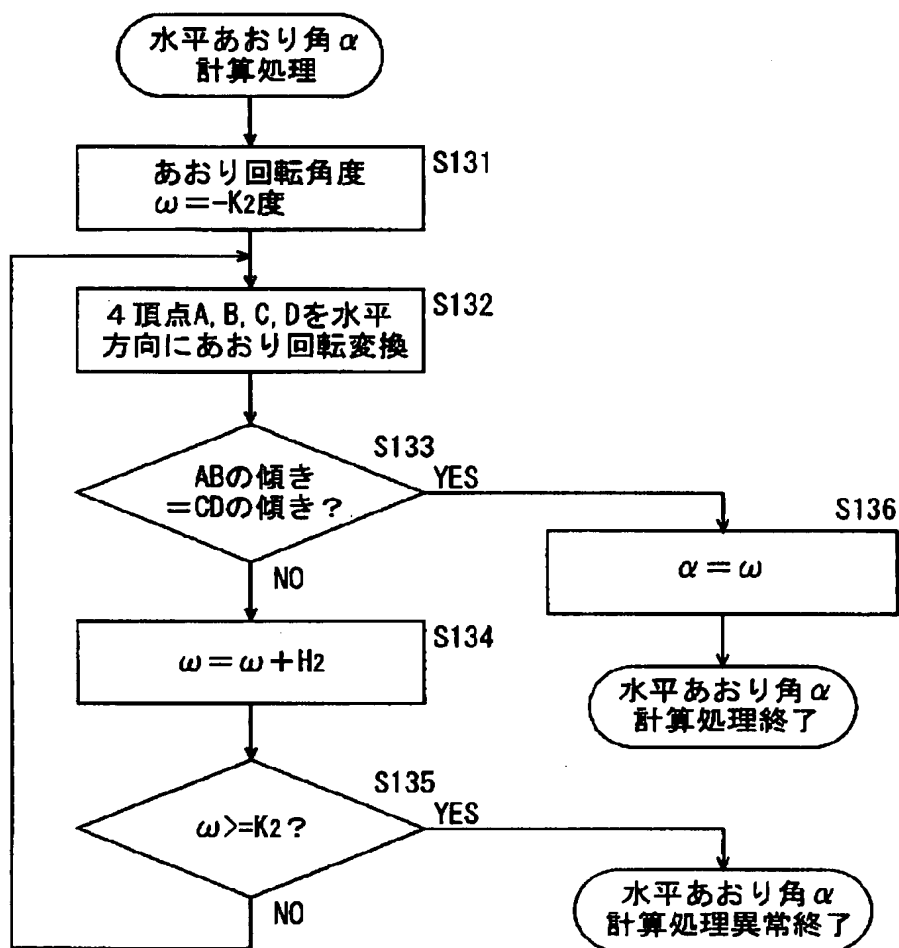


【図31】



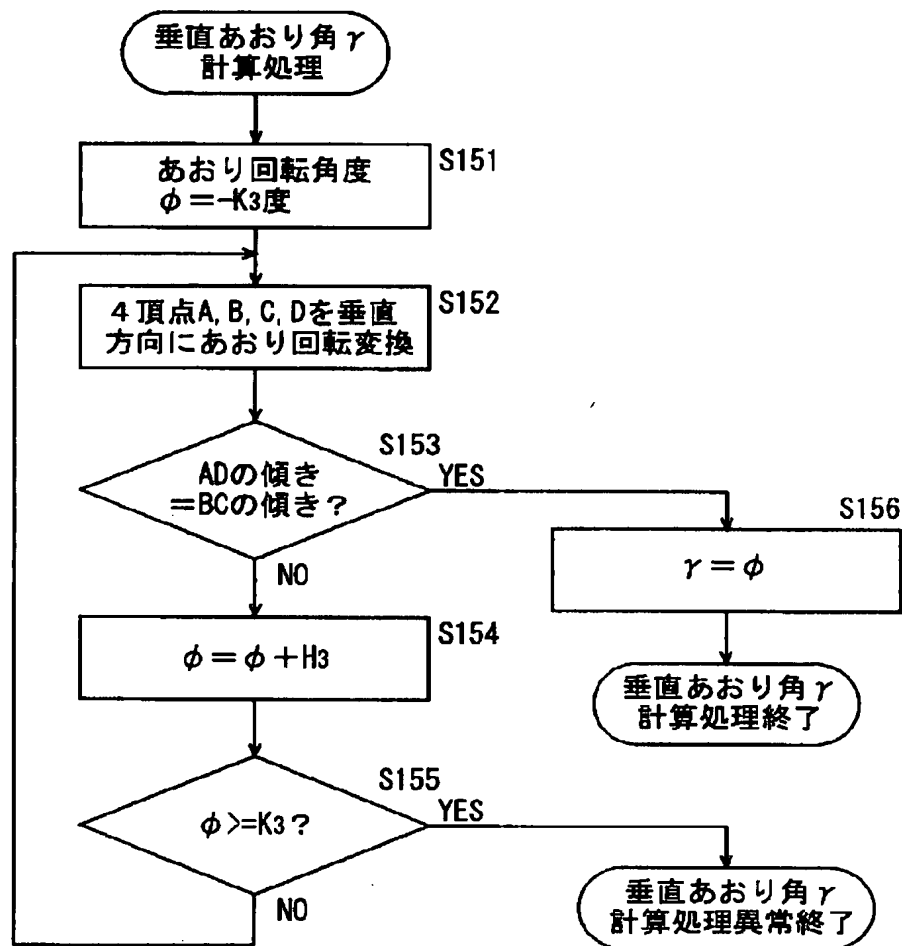
(24)

【図34】



(25)

【図36】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 AA11 BA24 CA12 CB12 CD03  
 CD10 CE03 CE08 CH01 CH11  
 DA08 DC16 DC19  
 5C023 AA03 AA06 AA10 AA14 AA18  
 AA31 AA34 AA37 AA38 BA01  
 CA01 CA08 DA04 DA08  
 5C076 AA19 AA22 AA24 AA31 BA02  
 BA03 BB04 CA08 CA12